

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ,
ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ В.Ф. Фролов
« _____ » _____ 2020 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 101 «ЕКОЛОГІЯ»,
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ
«ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА»

Тема: «Методи екологічного моніторингу та очистки від синьо-зелених водоростей водойм України»

Виконавець: студента групи 201(М) Коломійчук Андрій Андрійович
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: доктор тех.наук, завідувач кафедри екології професор Фролов Валерій Федорович
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Консультант розділу «Охорона праці»: _____
(підпис)

Кажан К.І.
(П.І.Б.)

Нормоконтролер: _____
(підпис)

Явніук А.А.
(П.І.Б.)

КИЇВ 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра екології

Спеціальність, освітньо-професійна програма: спеціальність 101 «Екологія»,
ОПП «Екологія та охорона навколишнього середовища»

(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Фролов В.Ф.

«_____» _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Коломійчука Андрія Андрійовича

1. Тема роботи «Методи екологічного моніторингу та очистки від синьо-зелених водоростей водойм України»

затверджена наказом ректора від «06» жовтня 2020 р. №19371/ст.

2. Термін виконання роботи: з 05.10.2020 р. по 31.12.2020 р.

3. Вихідні дані роботи: інтернет ресурси, літературні джерела, статистичні данні.

4. Зміст пояснювальної записки: 1.

5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: таблиці, рисунки, діаграми.

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Вибір та формулювання теми дипломної роботи.	05.10.2020 – 15.10.2020	
2	Пошук та аналіз літературних джерел відповідно до обраної теми.	16.10.2020 – 30.10.2020	
3	Складання плану та написання 1 розділу дипломної роботи.	01.11.2020 – 11.11.2020	
4	Складання плану та написання 2 розділу.	12.11.2020 – 18.11.2020	
5	Складання плану та написання 3 та 4 розділів.	19.11.2020 – 28.11.2020	
6	Написання висновків до дипломної роботи.	28.11.2020 – 30.11.2020	
7	Попереднє редагування тексту диплому.	30.12.2020 – 01.12.2020	
8	Оформлення дипломної роботи відповідно до вимог.	01.12.2020 – 02.12.2020	
9	Остаточне редагування дипломної роботи.	06.12.2020 – 08.12.2020	
10	Створення презентації до дипломної роботи.	08.12.2020 – 10.12.2020	
11	Захист дипломної роботи.	22.12.2020	

7. Консультація з окремого(мих) розділу(ів):

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Кажан Катерина Іванівна		

8. Дата видачі завдання: « 05 » жовтня 2020 р.

Керівник дипломної роботи (проекту): _____
(підпис керівника)

Фролов В.Ф
(П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання: _____
(підпис випускника)

(П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Методи екологічного моніторингу та очистки від синьо-зелених водоростей водойм України»:

Об'єкт дослідження: використання дронів або БПЛА, як одного з можливих методів моніторингу за синьо-зеленими водоростями.

Мета роботи: проведення аналізу методів екологічного моніторингу та очистки від синьо-зелених водоростей. Використання дронів або БПЛА, як одного з можливих варіантів моніторингу за синьо-зеленими водоростями та застосування методу очистки з використанням біоплато.

Методи дослідження: статистичне спостереження, узагальнення, порівняння, аналіз і синтез.

БПЛА, ДРОНИ, ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ, МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ, БІОПЛАТО.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ.....	8
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. ПРОБЛЕМА ЕВТРОФІКАЦІЇ ВОДОЙМ В СУЧАСНИХ РЕАЛІЯХ.....	11
1.1. Проблема забруднення водойм біогенними елементами і коротка їх характеристика	11
1.2. Характеристика основних біологічних загроз	14
1.3. Наслідки надходження у водойми біогенних забруднень.....	20
1.4. Нормування скидів біогенних забруднень в нормованих кількостях з очищеними стічними водами.....	22
1.5. Моделювання продуктивності культивування мікроводоростей в погодних умовах регіонів України.....	37
1.6. Висновки до розділу.....	52
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ МОНІТОРИНГУ ЗА СИНЬО-ЗЕЛЕНИМИ ВОДОРОСТЯМИ ВОДОЙМ УКРАЇНИ.....	53
2.1. Екологічний моніторинг.....	53
2.1.1 Види і підсистеми екологічного моніторингу.....	54
2.1.2. Рівні моніторингу.....	56
2.1.3. Програма моніторингу довкілля.....	58
2.1.4. Інтерпретація і представлення даних.....	58
2.1.5. Системи дистанційного зондування.....	59
2.2. Метод моніторингу за допомогою використання космічних систем дистанційного зондування Землі.....	59
2.3. Метод моніторингу з використанням БПЛА.....	66
2.3.1. Послідовність дій моніторингу за допомогою БПЛА синьо-зелених водоростей у водоймах.....	70
2.4. Висновки до розділу.....	71

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИ ОЧИСТКИ ВІД СИНЬО-ЗЕЛЕНИХ ВОДОРОСТЕЙ ВОДОЙМ УКРАЇНИ.....	72
3.1. Класифікація методів та способів очистки води.....	72
3.1.1. Фізичний спосіб очистки води.....	73
3.1.2. Хімічний спосіб очистки води.....	74
3.1.3. Фізико-хімічні методи очистки води.....	76
3.1.4. Біологічний спосіб очистки води.....	77
3.2. Використання “Біоплато” в очищенні водойм України від синьо-зелених водоростей.....	80
3.2.1. Класифікація систем біоплато та його особливості.....	80
3.2.2. Механізм видалення забруднення в спорудах типу біоплато.....	82
3.2.3. Використання рослин в біоплато.....	84
3.3 Висновки до розділу	83
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	86
4.1. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори моніторингу синьо-зелених водоростей, за допомогою БПЛА.....	86
4.2. Технічні та організаційні заходи для зменшення рівня впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів моніторингу синьо-зелених водоростей, за допомогою БПЛА.....	90
4.3. Розрахунок рекомендованого раціонального режиму звукоізоляції в умовах роботи.....	92
4.4. Забезпечення пожежної та вибухової безпеки при моніторингу синьо-зелених водоростей, за допомогою БПЛА	94
4.5. Висновки до розділу.....	94
ВИСНОВКИ.....	96
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ....	97

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

СВ – стічні води;

СГ – сільське господарство;

БПЛА – безпілотний літальний апарат;

ХСК – хімічне споживання кисню;

БСК – біологічне споживання кисню

ВСТУП

Актуальність теми. В сучасних реаліях зростаючого впливу антропогенних чинників і підвищення техногенних катастроф необхідно робити вчасний моніторинг проблеми і очищення її, використовуючи для цього сучасні методи. Для вирішення цієї проблеми були проаналізовані літературні джерела і запропонований метод моніторингу з використанням БПЛА та застосування методу очистки від синьо-зелених водоростей за допомогою біоплато.

Мета і завдання виконання дипломної роботи.

Мета роботи – підвищити рівень безпеки екології, за допомогою сучасних методів моніторингу з використанням БПЛА та застосування методів очистки від синьо-зелених водоростей.

1. Проаналізувати літературні джерела щодо розповсюдження синьо-зелених водоростей, вплив їх на навколишнє середовище;
2. Визначити, до чого призводить надмірна кількість зосередження синьо-зелених водоростей;
3. Визначити, який метод екологічного моніторингу доцільно використовувати для спостереження.
4. Визначити, який метод очистки від синьо-зелених водоростей є ефективнішим.

Об'єкт дослідження – процес використання дронів або БПЛА, як одного з можливих методів моніторингу за синьо-зеленими водоростями.

Предмет дослідження – екологічний моніторинг за синьо-зеленими водоростями з використанням БПЛА та очистки від них за допомогою біоплато.

Методи дослідження – у роботі були використані такі загальнонаукові методи дослідження, узагальнення, аналіз і синтез, групування та порівняння.

Наукова новизна отриманих результатів. Новизна проаналізованих і отриманих даних полягає, що після проведеного аналізу, дані які отримав

проаранжувались і дослідили темп росту синьо-зелених водоростей за рахунок температурних умов.

Практичне значення отриманих результатів. В тому, що матеріали які представлені в даній роботі зможуть показати перспективи використання БПЛА у моніторингу та інформація про безпілотні установки дасть змогу об'єднати і розширити кругозір у фахівців. При яких температурних умовах і стану навколишнього середовища краще застосовати запропонований мною вид моніторингу і очистки від синьо-зелених водоростей.

Особистий внесок випускника: визначено які параметри навколишнього середовища найкраще впливають на ріст синьо-зелених водоростей, зроблений аналіз устаткування безпілотників, визначено вимоги до виконання моніторингу за допомогою БПЛА і застосування методу очистки – біоплато.

РОЗДІЛ 1

ПРОБЛЕМА ЕВТРОФІКАЦІЇ ВОДОЙМ В СУЧАСНИХ РЕАЛІЯХ

1.1. Проблема забруднення водойм біогенними елементами і коротка їх характеристика

Однією з ключових завдань нашого часу вважається забруднення водойм різними промисловими викидами, які несуть несприятливий вплив. Починаючи з 1950 років відбувається активне виснаження водних ресурсів України, власне що дає собою незмінні результати шкідливого антропогенного впливу. Якість в гіршу сторону властивості води в поверхневих джерелах відбувається, ключовим чином, через їх постійне забруднення препаратами антропогенного походження: поверхнево-активними препаратами, нафтопродуктами, біогенними і органічними речовинами і ін., власне що пов'язано з недостатньою глибиною очищення водойм. У разі забруднення вод біогенними препаратами (фосфати і сполуки азоту), трапляється пришвидшення фотосинтезу водоростей, збільшується біомаса стійких до забруднень видів, посилюються евтрофікаційні процеси.

Евтрофікація протікає з зайвим розвитком водоростей, тим більше зелених, синьо-зелених і діатомових, домінуванням непотрібних видів планктону, порушенням життєдіяльності риб. Продукти метаболізму водних рослин виділяють воді прикрий аромат, мають всі шанси викликати шкірні подразнюючі алергічні реакції і шлунково-кишкові хвороби у людей і тварин [1]. У власному розкладанні водні рослини виділяють у воду аміак, поліпептиди і проміжні продукти білкового розпаду. Ці складові прискорюють становлення фітопланктону на поверхні води, в результаті чого знижується її проникність для світла і повітря. Мала кількість світла призводить до пригнічення і смерті глибинних рослин. Мала кількість повітря призводить до смерті інших водних організмів, а ще до відновлення в воді з оксидів: сірководню, заліза, марганцю, амонійного азоту та ін. Вона не лише тільки

призводить до смертності риби у рибогосподарських водоймах, і непридатності для аква туризму рекреаційних водойм, вона ще вважається передумовою подорожчання питної водопровідної води через нарощування витрат на реагенти, в разі якщо басейн вважається поверхневим джерелом питного водопостачання.

До біогенних складових відносяться вуглець, азот, фосфор і калій. При чищенні стічних вод найбільше турбота приділяється видаленню азоту і фосфору, власне що пов'язано з евтрофікацією водойм. Уповільнення і в тому числі і оборотності процесу евтрофікації принципово можливо досягти шляхом зупинки доступу в водойми біогенних складових. CO_2 поглинається водою з повітря, в наслідок цього обмежити концентрацію вуглецю в воді непросто. На спільну продуктивність водойм впливає чисельність і характер сполук азоту та фосфору. При схвальних умовах 1 мг азоту виготовляє 20-25 мг водних рослин, 1 мг фосфору - 40-250мг [2].

Сполуки азоту надходять у водойми здебільшого у вигляді азоту нітратів, амонійного азоту, азоту і нітритів, пов'язаного в органічних сполуках. Екологічна загроза неорганічних сполук азоту дуже виділяється: більш отруйними вважаються нітрити, більш безпечними нітрати, середній стан займає амоній, що відображають ГДК для скидання даних азотовмісних сполук в натуральні водойми [3]. Зосередження всіляких форм азоту в СВ непостійна. Уже в процесі їх транспортування зосередження азоту органічного кілька зменшується в результаті мінералізації до азоту амонійного, зосередження якого в підсумку цього процесу певна кількість збільшується, зосередження нітритів і нітратів знижується при відновленні до газоподібного азоту, який виділяється з СВ.

Фосфор - найважливіший складовий з кількості важливих живим організмам. Сам по собі він не є токсичним. Він входить до складу фосфатів, які постійно застосовуються в складі пральних порошків і миючих засобів. Фосфати широко застосовуються в процесах водопідготовки і в харчовій індустрії. До складу СГ добрив включають фосфатні мінерали і ще вони вважаються наслідком розпаду залишків рослин і тварин. У водойми фосфати можуть потрапляти різними

способами, з домашніми та промисловими стоками, вимиваються з СГ угідь. Необхідної елемента всеосяжного контролю складу природних і питних вважається тест вмісту фосфатів.

Характеристика насиченості сукупним розчинним фосфором для незабруднених природних водойм обмежуються межами 5-200 мкг/дм³.

Даний елемент виконує функцію потужного біогенного агента. В природних водоймах найчастіше якраз сумарний вміст мінерально-органічного фосфору стає вирішальним моментом, який стримує майбутній підйом продуктивності. Попадання в природні водоймища зайвих кількостей фосфоровмісних сполук запускає механізм неконтрольованого росту рослинної біомаси. Непроточні і малопроточні об'єкти більше інших схильні до змін в трофічному статусу, що супроводжуються абсолютною перебудовою всієї структури водойми: збільшується зосередження мікробів і солей, починають домінувати процеси гниття, в результаті чого вода каламутніє.

Фосфор в басейн річки надходить з різних джерел, між яких є і відходи деяких різних виробництв, але гігантська частка його сполук потрапляє у водойми в результаті сільськогосподарської та домашньої роботи людини. Цей елемент використовується в складі мінеральних добрив. Стоками поверхневий вод з одного зрошуваного гектара змивається майже півкілограма фосфору. Щодоби з ферм просочується до водойми 0.01-0.05 кг фосфоровмісних речовин на одну скотину. Або ж які не піддавалися очищенню і неочищені домашні стоки кожен день несуть по 0.003-0.006 кг від всіх мешканців.

Одним з процесів, в цих умовах який впливає на евтрофікацію, вважається процвітання ціанобактерій. Майже всі види синьо-зелених водоростей є токсичними. Вони виготовляють органічні речовини, які входять до групи отруйних речовин нервнопаралітичного впливу. Продукти переробки ціанобактерій можуть спричиняти дерматози і робити передумовою розладів органів шлунково-кишкового тракту. Попадання в тіло величезних мас синьо-зелених водоростей небезпечно і може стати причиною розвитку паралічу.

На підставі нормативів системи масового спостереження за навколишнім середовищем - ступінь фосфору працює важливим аспектом при визначенні трофічного стану відкритих водойм натурального походження. Визначення насиченості сукупним фосфором (при розрахунку приймаються розчинені і зважені форми, органіка і мінеральні сполуки) стало обов'язковим пунктом в програмі спостереження за контролем складу водних об'єктів.

1.2. Характеристика основних біологічних загроз

Головним моментом, який визначає якість води, вважається гідробіологічний режим, із за якого залежить внутрішньоводоймні процеси - самоочищення і самозабруднення водойм.

Водорослі планктону, епіфітону, бентосу, а ще ВВР в процесі формування якості води роблять всеохоплюючу роль. Характеристика біологічних компонентів і основна їх коротка характеристика біологічних загроз представлена в таблиці 1.1. З однієї сторони, вони вважаються інтенсивними агентами біо самоочищення, тому що виділяють повітря і з'їдають біогенні складові, а ще адсорбують зважені частинки. Втім в одне і теж час в процесі фотосинтезу, застосовуючи сонячну енергію, водні рослини, ВВР можуть створювати важливі величини біомас, які мають всі шанси знижувати напруженість потоку води і звужувати потрібну площу водного дзеркала, потрібну для домашніх і технологічних потреб. Ще підсумком їх розкладання або ж у вигляді прижиттєвих виділень ОР надходять в воду і представляють собою самозабруднення внутрішньоводоймного походження. Водні рослини вважаються організмами з коротким актуальним циклом, в наслідок цього буквально в напрямок усього вегетаційного періоду їх активне становлення і поглинання ними біогенних складових кожен день супроводжуються відмиранням, розкладом і виділенням у воду всіляких ОР. Баланс процесів самоочищення та біо забруднення знаходиться в залежності від рясності водних рослин і ВВР, а ще й особливості водотоку, яка визначає самоочисну дієздатність.

Більше деталізований аналіз демонструє, власне що роль фітопланктону

полягає в тому, як він вважається головним продуцентом автохтонної органічної речовини і є необхідним агентом фотосинтетичної аерації водної товщі. Від відносини між його продукційними і руйнівними процесами (індексу A/R) знаходиться в залежності якість водного середовища, відповідність між процесами самоочищення ↔ самозабруднення аква товщі [3].

Таблиця 1.1

Характеристика основних біологічних загроз [4]

№ пор.	Біологічний компонент	Коротка характеристика основних біологічних загроз
1	2	3
1	Діатомові водорості (<i>Bacillariophyta</i>) фітопланктону і фітообростань	Активне становлення, тим більше в ранньовесняний, осінній періоди призводить до значного виділення в воду фенолів, ОР, їх похідних, які мають всі шанси давати воді наприклад іменованого «рибного» запаху. Тим більше це властиво для видів з родин <i>Stephanodiscus</i> , <i>Cyclotella</i> , <i>Mellosira</i> .
2	Планктонні синьо-зелені водорості (<i>Cyanophyta</i>)	Активне становлення водних рослин, власне що призводить до процесу «цвітіння» води. Відбувається формування плівки водних рослин на поверхні води, гіпернасичення O_2 в поверхневих горизонтах і глибока недостача кисневого насичення в серединних і придонних горизонтах. Згодом після відмирання і деформації біомаси водоростей в воду надходить велика чисельність органічних речовин, фенолів, альготоксинів, їх похідних. На окислення органічних рідин використовується кисень водної товщі, в результаті чого стає гіршим кисневий режим. Альготоксини небезпечні для гідробіонтів найвищих трофічних рівнів (безхребетних, риб). «Забивання» водоростями, тим більше їх колоніями, зообентосу, зоопланктону, зябрових щілин риб. Скупчення плівки синьо-зелених водоростей на поверхні води в водоймах-охолоджувачах електростанцій має можливість приводити до зниження теплопередачі в атмосферу і згідно до цього зменшити ефективність експлуатації водойми.

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
3	Молюски обростань: переважно види роду <i>Dreissena</i> , губки, мохуватки.	Загальна становлення донних безхребетних на водозабірних системах насосних станцій, водовідводах, дюкерах призводить до істотного зниження пропускної можливості. Біо загибель тваринних організмів призводить до потрапляння в воду значущих кількостей всіляких ОР.
4	Макрофітоепіфітон, метафітон, мезофітон (нитчасті водорості)	Надходження в воду значимих об'ємів фенолів, продуктів розкладання водних рослин, ОР, інтенсифікація становлення мікробів, тим більше тих, які викликають гниття. Формування механічних біоперешкод струменя води. Тим більше інтенсивно нитчасті водорості мають можливість розвиватися в підвідних і відвідних каналах, на греблях водосховищ-охолоджувачів атомних і теплових електричних станцій.
5	Вища водна рослинність	«Затемнення» водної товщі в просторах їх посиленого становлення з відповідним формуванням кисневого нестачі, інтенсифікація становлення анаеробної мікрофлори. Субстрат для осадження всіляких зважених часток. Складання масивів заростей, зменшення водного потоку в каналах. Надходження в воду всіляких типів ОР. Багаторічна скупчення залишків кореневих систем ВВР призводить до скорочення потужності поперечної площі водного струменя. Занурені найвищі водні рослини, тим більше в зонах, приближених до водозабору, які можуть викликати біоперешкоди при їх глобальному знесення течією до насосних станцій.

У водних об'єктах, що заповнюються з річок та різних інших джерел, напруженість первинної продукції на протязі більшого часу вегетаційного періоду вище деструкції ($A/R > 1$). В процесі збільшення біомаси фітопланктону (з весни до середини літа) біопродукційний потенціал водойм на початку зростає, поліпшується кисневий режим водного середовища, і відповідно до цього якість води. На другому рубежі настає процес накопичення достатньо біомаси водоростей, що не повністю споживається гідробіонтами-фітофагами, і трапляється її подальше відмирання і

деформація. До води надходить значна чисельність органічних препаратів, на процес окислення яких використовується повітря водної товщі. Трапляється самозабруднення екосистеми водойм. Окрім такого, активне становлення фітопланктону призводить до процесу зниження прозорості води по диску Секкі і скорочення потужності фотичного шару. Що в свою чергу призводить до пригнічення фотосинтезу фітопланктону в придонних горизонтах водної товщі і появи кисневої нестачі.

Позитивна роль ВВР полягає в тому, власне що вони роблять зразок природного біоплато, який містить вагоме значення для трансформації, утилізації та транспортуванні біогенних складових і забруднюючих речовин. У них масово проходить розвивиток у водоймах і вважається основою формування багатокомпонентних біоценозів: саме ценози рослин і асоційовані з ними угруповання фіто-, бактерії-, зооперіфітону. Очищаюча дієздатність даних важких утворень у значку кількість разів вище очисної здатності деяких незалежних груп організмів, які входять до їх складу. Ці природні системи з ВВР і інших водних організмів втілять в життя акумуляцію, деструкцію і трансформацію органічних та мінеральних речовин, синтетичних поверхнево-активних речовин і різноманітних токсикантів, нафтопродуктів, забезпечуючи біологічну очистку водного середовища. Всі вони дають змогу механічній фільтрації та осадження зважених препаратів органічного і мінерального походження, перешкоджаючи їх поширенню в водоймі, а ще знищують становлення патогенної мікрофлори.

На площині ВВР як біо субстраті адсорбуються різні хімічні сполуки – фосфор фосфатів, значимою особливістю якого вважається дієздатність до створення малорозчинних комплексних з'єднань. У той же час, в результаті реакції з кальцієм, залізом, алюмінієм дані сполуки осідають в донних відкладеннях і мають всі шанси потрапляти з ними у воду при належних умовах, викликаючи даною процедурою вторинне забруднення [5].

Макрофіти, в цілому, гарно впливають на кисневий режим, баланс котрого в зоні заростей складається надходженням повітря в процесі фотосинтезу і його поглинанням в процесі дихання водних об'єктів і розкладання органічних речовин.

Ще вони працюють субстратом для швидкого осадження зважених мінеральних і органічних (детрит) речовин. Седиментів скупчуються на слизових оболонках рослин, утворюючи органо-мінеральні ансамблі, після чого осідають на дно у вигляді мулистих відкладень, при цьому продукти процесу мінералізації можуть ще бути засвоєні самими рослинами.

Кругообіг неорганічних і органічних препаратів спільно з біотичними і абіотичними ланками лежать в основі формування якості води і багато в чому залежить від взаємозв'язків процесів продукції і деструкції (A/R).

Негативна роль ВВР полягає в тому, власне що їх зарості можуть накопичувати важливу біомасу, за відмирання і розкладання якої в воду потрапляє величезна кількість органічних препаратів, стає гіршим кисневий режим, і відповідно до цього якість води.

Багаторічними дослідженнями [6] показано, власне що біо перешкоди складаються:

- дуже активним розвитком у водному середовищі синьо-зелених водоростей до процесу «цвітіння» води (до сотень г/м³);

- збільшенням кількості мілководних (глибиною до 2,0-2,5 м) акваторій і неодамбованих берегів ВО високими водними рослинами: зануреними, з плаваючим листям та повітряно-водними;

- на жорстких субстратах активно розвиваються:

- а) численні зеленуваті нитчасті водорості з сімейств *Spirogyra*, *Cladophora*, *Ulothrix*;

- б) синьо-зелені нитчасті водорості з сімейств *Gloeotrichia*, *Lyngbya*.

При всьому цьому їх біомаса, тим більше в приповерхневих горизонтах (до 1,0-1,5 м) може досягати 1-2 кг/м².

- в) на більше глибоководних горизонтах глобального становлення досягають молюски дрейсени, які створюють «щітки», друзи, агрегати друз. Так, на підводних водозабірних каналах їхні біомаси можуть сягати 20 кг/м², а локально і більше. За цього всього площа раковин дрейсени працює едифікатором для становлення олігохет, веслоногих, олігохет, гамарид, гіллястовусих ракоподібних, власне що ще

надає змогу збільшувати біомасу обростань, а відповідно до цього і небезпека біоперешкоди в функціонуванні ВО.

Найвища поширеність дрейсени обґрунтована тим, як їх розмноження трапляється личинками - велігерами, що готові активно пересуватися у водному середовищі та «осідати» на всіх різнотипних жорстких субстратах ВО, тим більше в районах з підвищеною циркуляцією води, створюючи свіжі поселення.

г) глобального становлення (до декількох кг/м²) можуть досягати мшанки, губки, гідроїдні поліпи;

д) ще біоперешкоди можуть створювати також й інші молюски - живородки (рід *Viviparus*). Так, на Зміївській ТЕС їх раковини створювали до 0,6 м³/добу;

е) необхідним компонентом зоообростань також є і представники «м'якого» перифітону – ручейники, олігохети, поліхети, корофіїди, гамариди;

Важливими антропогенними причинами, які кожен день впливають на стан водних екосистем міста, вважається відсутність прибережних захисних смуг, техногенна модифікація берегів, стоків з промислових забудовних зон, стоків з житлової забудови, присутність в межах водоохоронних зон автомобільних доріг, пунктів харчування, заправок, стоянок. Буквально всі водні об'єкти великих міст відчують неконтрольований і неорганізованого рекреаційного навантаження, який не тільки лише вважається моментом зміщення в гіршу сторону самопочуття людей, а й має можливість привести до летального результату.

Одним з парадоксів нашого часу вважається те, власне що не звертаючи уваги на високі концентрації в межах міста всіляких муніципальних природоохоронних організацій, прогресивне екологічне становище, захищеність, встановлення небезпек ландшафтному і біо різноманіттю залишені на самовілья долі.

При глобальному розвитку, фітопланктон вважається головним біологічним агентом, що викликає процес «цвітіння» води, що при досягненні евтрофних і що більше гіперевтрофного стану вважається значною біо небезпекою для функціонування гідробіонтів найвищих трофічних значень – безхребетних планктону і бентосу, всіх видів риб, тим більше оксифільних форм. За найвищого розвитку синьо-зелених водоростей (*Cyanophyta*), тим більше з сімейств *Oscillatoria*,

Microcystis, *Aphanizomenon*, *Anabaena*, у водне середовище виділяється альготоксини, що мають всі шанси викликати крах риб та гідробіонтів. Це активне «цвітіння» води вимагає проведення біомеліоративних справ для поліпшення якості води, екологічного стану та запобіганню біологічній небезпеки первинним видам об'єктів рослинного і тваринного світу.

В наслідок цього нагальним завданням зараз вважається розвідка і методи вчинків, націлених на збереження, відновлення та вдосконалення екологічного стану водойм величезних населених пунктів.

Як демонструють проведені вивчення, гідрохімічна оцінка якості поверхневих вод в Україні, в середньому, відповідно до дотримання вимог Рамкової Директиви ЄС, відповідає II класу якості за кисневим режим, III класу - по режиму біогенних складових, власне що обґрунтовано відсутністю гідрологічного зв'язку з водотоком, активним підйомом водної рослинності в вегетаційний етап і її тлінням (розкладанням) в осінньо-зимовий період року [7].

1.3. Наслідки надходження у водойми біогенних забруднень

Біогенними вважаються хімічні елементи, що є постійними у складі живих мікроорганізмів і роблять в них деякі біологічні функції. До числа цих елементів відносять: водень, азот, хлор, кисень, вуглець, калій, кальцій, бор, марганець, магній та деякі інші елементи, що є необхідними організмам у маленьких числах.

Провідними біогенними речовинами в комунальних СВ азот і фосфор, присутні там у вигляді всіляких з'єднань. Ці всі сполуки, потрапляючи у водойми, доводять до процесу евтрофікації. Вони нарощують швидкість становлення фітопланктону на поверхності води. Унаслідок цього здатність попадання повітря і світла знижується. Недостатня напруженість світла може призвести до низького рівня росту рослин на глибині і в результаті до їх смерті. Невелика частина повітря викликає крах різних водних організмів. Крім цього в цих умовах проходять процеси відновлення різних речовин з їх оксидів, і таких елементів, як сірководень,

марганець, залізо та інші. В кінці чого зростає їх кількість в воді водойми. Результатом процесу евтрофікації вважається не лише тільки крах риби у водоймах рибогосподарського призначення, але ще призводять до зменшення екологічної захищеності у випадку, коли басейн водоймища застосовується як рекреаційна (наприклад водний туризм), або ж як джерело поверхневого водопостачання призначеного для пиття. Ціанобактерії (синьо-зелені водорості), які накопичуються на площині водойми, виготовляють вторинні метаболіти, як великий діапазон токсинів, популярних як ціанотоксини. Наприклад, як вони, можливо, можуть недобре вплинути на самопочуття людини, їх нерідко оцінюють як організми патогенів, не звертаючи уваги на те, власне що вони не еволюціонують в людському організмі.

Будь який ціанотоксин має можливість бути підсумком метаболізму більше ніж 1-го вигляду ціанобактерій. І зворотно, деякі види ціанобактерій мають змогу виготовляти більше ніж декілька видів ціанотоксинів. Деякі бактерії та ціанотоксини, є наслідком метаболізму яких в річковому басейні води є вони, наведені в таблиці 1.2 [8].

Таблиця 1.2

Різні ціанотоксини та бактерії, що є результатом метаболізму в річкових басейнах яких вони знаходяться

№ з/п	Ціантоксини	Бактерії, наслідком метаболізму яких вони є
1	2	3
1	Нодуляріни	<i>Nodularia spumigena</i> (як правило в гирлах річок)
2	Мікроцистин	Більшість <i>Microcystis</i> spp і <i>Planktothrix</i> spp, деякі <i>Anabaena</i> , <i>Nostoc</i> , а також <i>Synechocystis</i> , <i>Cyanobium bacillare</i> , <i>Arthrospira fusiformis</i> , <i>Limnothrix redekei</i> , <i>Phormidium formosum</i> , <i>Hapalosiphon hibernicus</i> .
3	Анатоксин-а	Більшість <i>Anabaena</i> spp, деякі <i>Aphanizomenon flos- aquae</i> і <i>Aphanizomenon issatschenkoii</i> , <i>Cylindrospermum</i> , <i>Microcystis</i> spp, <i>Planktothrix</i> spp, <i>Raphidiopsis mediterranea</i>
4	Циліндроспермопсин	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> , <i>Umezakia natans</i> , <i>Aphanizomenon ovalisporum</i> , <i>Aphanizomenon flos- aquae</i> , <i>Raphidiopsis curvata</i> , <i>Anabaena lapponica</i> , <i>Anabaena bergii</i>

1	2	3
5	Анатоксин-а(s)	Anabaena flos-aquae, Anabaena lemmermannii
6	Гомоанатоксин-а	Oscillatoria formosa, Raphidiopsis mediterranea
7	LPS ендотоксини	Усі ціанобактерії
8	Сакситоксини	Aphanizomenon, Anabaena, Lyngbya, Cyndrospermopsis spp.
9	В-N-метиламіно-L-аланін (ВМАА)	Microcystis spp, Anabaena, Nostos, Planktothrix spp, а також більшість тестованих симбіонтів ціанобактерій
10	Аплізіатоксин, Лінгбіатоксин, Дебромоеплізіатоксин	Oscillatoria nigro-vridis
11	Мікрівірін	Microcystis spp

Ціанотоксини можуть призвести до гострого отруєння з смертельним кінцем у людей, тварин, птахів і риб. Наприклад ціліндроспермопсін гарно розчиняється в воді, роблячи розмірений розчин. Для людини він є небезпечним і контакті зі шкірою тим більше слизовою оболонкою у водному середовищі, а ще в разі потрапляння з їжею в організм (різні річкові продукти). Потрапляючи в середину, викликає нестабільну роботу печінки, зниження синтезування білків, які є кінцевим результатом змертвіння клітин.

Евтрофікація, через важливе зниження в гіршу сторону властивості води, що в результаті дає неякісної і непридатної до відновлення водойми для водного туризму, а ще вважається передумовою нарощування ціни питної водопровідної води через нарощування ціни реагентів для очистки її на станціях водопідготовки.

1.4. Нормування скидів біогенних забруднень в нормованих кількостях з очищеними стічними водами

В Європейському об'єднанні прилади систем комунального водовідведення, а ще запити до очищення і скидання СВ, регламентується Директивою Ради 91/271/ЄЕС «Про очищення міських стічних вод» від 21 травня 1991 [9]. Згідно до цієї директиви члени держави зобов'язані гарантувати всі агломерації (території, на

яких зосереджено населення і/або ж фінансова робота вважається досить для каналізації комунальних СВ і переправлення їх в фірми з очищення (каналізаційних очисних споруд), а ще до простору їх остаточного скидання) системами каналізації комунальних СВ:

- з 31 грудня 2000 року - агломерації, популяційний еквівалент (навантаження органічними препаратами, що підлягають біологічному розкладанню з п'ятиденним біохімічним споживанням кисню в обсязі 60 г/добу) яких є рівним 15000 чоловік або ж вище цього числа;

- з 31 грудня 2000 року - також ці агломерації, популяційний еквівалент яких є від 2000 чоловік до 15000 чоловік.

Держави-члени мають гарантувати вторинну, або ж еквівалентну їй очистку СВ з дотриманням правил по властивостям СВ згодом після очистки:

- з 31 грудня 2000 року – усіх СВ агломерації, популяційний еквівалент яких є рівним 15000 осіб або ж є вищим цього числа;

- з 31 грудня 2005 року – усіх СВ агломерації, популяційний еквівалент яких є в діапазоні від 10 000 осіб до 15 000 осіб;

- з 31 грудня 2005 року – СВ, які скидаються у прісноводні водойми та естуарії, для агломерацій, популяційний еквівалент яких є в діапазоні від 2 000 до 10 000 осіб.

За вимаганням даної директиви, вторинне, або ж еквівалентну йому, очищення СВ слід гарантувати таку якість очистки стоків перед скиданням у водойму:

а). Спільні характеристики:

- біохімічне вживання кисню (BCK_5) - 25 мг/дм³, при цьому найменший відсоток зниження BCK_5 на протязі очистки на КОС слід бути 70 - 90%;

- хімічне споживання повітря (ХСК) – 125 мг/ дм³, найменший відсоток скорочення ХСК - 75%;

- суцільна чисельність зважених речовин: для агломерацій з популяційної еквівалентом від 2000 людей до 10000 людей - 60 мг/дм³, а для агломерацій з популяційної еквівалентом більше 10 000 - 35 мг/дм³. Найменший відсоток скорочення зважених речовин для всіх агломерацій - 90%;

б). Біогенні складові:

- загальний фосфор: для агломерацій з популяційної еквівалентом від 10 000 осіб до 100 000 осіб - 2 мг/дм³; для агломерацій з популяційної еквівалентом більше 100 000 чоловік - 1 мг/дм³. Найменший відсоток скорочення вмісту фосфору для всіх агломерацій - 80% (під терміном «загальний фосфор» означає чисельність простого фосфору, яких знаходиться у всіх, хто присутній у ньому фосфатів в різних формах, розчинної і нерозчинної формах, їх органічні і неорганічних з'єднання)

- загальний азот: для агломерацій з популяційної еквівалентом від 10 000 осіб до 100 000 осіб - 15 мг/дм³; для агломерацій з популяційним еквівалентом більше 100 000 чоловік - 10 мг/дм³. Найменший відсоток скорочення вмісту азоту для всіх агломерацій - 70 - 80% (під терміном «загальний азот» ще знають чисельність азоту, який міститься у всіх, хто знаходиться там азотних органічних і неорганічних з'єднаннях).

В Україні на законодавчому рівні, склад систем водовідведення регламентується 2-ма законами. 1-ий - це Закон України «Про питну воду та питне водопостачання» [10], який був прийнятий в 2002 році. Він не призначив габарити населених пунктів або ж агломерацій, для яких стовідсотковим вважається прилад централізованих систем водовідведення з очищенням СВ перед скиданням. Даний закон звернув увагу на джерела та системи питного водопостачання і мало звернув увагу на саму систему водовідведення. Під поняттям джерела питного водопостачання знають об'єкт водного середовища, вода якого застосовується для постачання питної води згодом відповідної обробки або ж без неї. Згідно до статті 29 Закону, для загальної оцінки стану екологічного джерела питного водопостачання мають встановлюватися нормативи, що відповідають екологічним нормам і якості їх води. Вони зобов'язані тримати науково аргументовані допустимі значення забруднюючих речовин і відповідні показники чистої і допустимої води. Самі нормативи якості орієнтуються іншим документом, прийнятим пізніше. Це ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [11]. У ньому допускаються відповідні характеристики захищеності і властивості води за показниками якої вони є безпечними і підлягають епідемічної

захищеності (мікробіологічні, паразитологічні), санітарно-хімічними показниками (органолептичні, фізико-хімічні, санітарно-токсікологічні), а також радіаційні показники. Граничні значення показників даються в документі для трьох видів вод:

- питної водопровідної;
- питної фасованої із бюветів;
- питної з колодязів, каптажів і інших джерел.

Для останньої категорії визначається тільки маленька частина характеристик. Серед них встановлюються граничні концентрації нітратів по NO_3 - до 50 мг/дм³, нітритів - до 3,3 мг/дм³ і амонію - до 2,6 мг/дм³. Але концентрація натрію, фосфору і фосфатів не є встановленою.

В 2017 році був прийнятий Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про питну воду та питного водопостачання » [12], потім був перейменований в Закон України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення ». Відповідно до закону, зміни доторкнулись майже всіх статей закону, де з'являються вимоги щодо організації водовідведення. Зокрема стаття 13-1 Закону зі змінами встановлює вимоги, згідно з якою в усіх населених пунктах, популяційної еквівалент яких ставить 2000 чоловік і більше, пристрій системи водовідведення є обов'язковим. Важливим обов'язково стає умова, згідно з якою скидання СВ у водні об'єкти є виконуваним лише у випадках відповідних нормативів гранично допустимих концентрацій забруднення в СВ, та дотримання стандартів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин. Це, в свою чергу, надає обов'язковим на законодавчому рівні зведення споруд очистки СВ з дотриманням їх якості та нормативів показника.

Для КОС повного біологічного очищення вимоги до якості очищених СВ за загальними показниками регламентуються прийняв КМУ № 465, яким затверджено «Правила охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами» [13]. Всі згадані показники в законі більш жорсткіші, ніж в Європейському Союзі. Їх порівняльна характеристика наведена в таблиці 1.3.

**Порівняльна характеристика нормативних вимог до якості очищених СВ
за загальними показниками**

№ з/п	Показник	Нормативне значення, мг/дм ³	
		Україна	Країни Єс
1	Біохімічне вживання кисню (БСК ₅)	<15	<25
2	Хімічне споживання повітря (ХСК)	<80	<125
3	Загальна кількість завислих речовин	<15	60...90

Кількість знаходження інших забруднень в розчищених СВ, не тільки біогенних складових на загальнодержавному рівні в реальний час не нормується. У розпорядженні зазначається, власне що скидання стічних вод у водні об'єкти можливе лише тільки за умови отримання дозволу на водокористування спеціального призначення, порядок видачі якого, згідно Водного кодексу України, уточнюється Кабінетом Міністрів України. Виходячи з цього, контроль ГДК інших забруднюючих речовин в СВ виконується органами, які уповноважені видавати дозволи на водокористування спеціального призначення.

Розрахунки ГДК і максимально дозованих скидів ґрунтуються на максимально дозованих концентраціях забруднень у водних середовищах. Для цього застосовується принцип, згідно з яким, скидання СВ не призводить до максимального значення в водоймі максимально дозованих концентрацій забруднень в просторах водокористування відповідно до типу водокористування (господарсько-питного, рекреаційного та рибогосподарського 2-ох категорій). Ці ГДК були поставлені ще за радянських часів. У 1988 році для водойм господарсько-питного та рекреаційного призначення СанПіН 4630-88 [14], в 1990 році для водойм рибогосподарського призначення [15]. Спільно з що СанПіН 4630-88 містив сенсу максимально дозованих концентрацій в межах 100 сполук, що містять фосфор, більше п'ятдесяти відсотків з їх це всілякі види фосфатів.

У разі якщо зосередженні забруднень перевершують нормативні у водному

середовищі, то ГДК в СВ має бути на рівні стандартних і нормативних значень. Подібний розклад готує важливим встановлення персональних максимально дозованих скидів для кожного виду і ситуації окремо.

Постановою Кабінету Міністрів України від 20 січня 2016 №94-р всі акти санітарного законодавства, видані центральними органами виконавчої влади СРСР і центральними органами виконавчої влади Української РСР, у тому числі СанПіН 4630-88, визнані такими, що втратили силу [16]. Але інші ГДК замість них поставлені не були. В даний час у водоймах регламентуються відповідні концентрації Правилами способу стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України [17].

ГДК біогенних складових в водоймах іншого призначення по дотриманням даних нормативних документів наведено в таблицях 1.4 і 1.5.

Таблиця 1.4

ГДК БЕ у водоймах різного призначення за СанПіН 46-30

№ з/п	Показник	Нормативне значення для водойм різного призначення, мг/дм ³	
		Господарсько-питного та рекреаційного	Рибогосподарського
1	Азот амонійний (N)	2,0	0,39
2	Азот амонійний (NH_4)	0,5	0,5
3	Азот нітритний (N)	1,0	0,02
4	Азот нітритний (NO_2)	3,3	0,08
5	Азот нітратний (N)	10,15	9,1
6	Азот нітратний (NO_3)	45,0	40,0
7	Фосфати (P)	1,14	0,2
8	Фосфати (PO_4)	3,5	3,5

**ГДК БЕ у водоймах різного призначення за
Правилами приймання СВ підприємств у комунальні та відомчі системи
каналізації населених пунктів України**

№ з/п	Показник	Нормативне значення для водойм різного призначення, мг/дм ³	
		Господарсько-питного та рекреаційного	Рибогосподарського
1	Азот амонійний	2,0	0,5
2	Нітрити	3,3	0,08
3	Нітрати (NO_3)	45,0	40,0
4	Фосфати (PO_4)	3,5	не нормується

В «Інструкції про порядок розробки та затвердження максимально дозованих скидів (ПДС) препаратів у водні об'єкти зі стічними водами», затвердженої Наказом Міністерства охорони НПС України від 15.12.94 року № 116 [18], зокрема в замітці 2.12 наказано: «Для діяльних і проєктованих підприємств-водокористувачів встановлювані ГДС препаратів не повинні перевищувати показників скиду препаратів, які мають всі шанси бути досягнуті при використанні простого методу чистки даної категорії стічних вод, в тому числі і в разі якщо водний об'єкт дозволяє скидати важливо більш їх величини. Наприклад, для господарсько-побутових СВ - це ступінь абсолютної біологічної очистки.

При здійсненні ГДС допускаються зосередження концентрації речовин в стічних водах діяльного підприємства-водокористувача нічого не повинні бути вище значень фактичних середніх, проєктних і належних звичайному методу очистки зосереджених звичайному способу очистки насиченості речовин для типового випуску зворотних вод (за винятком речовин, зосередженні яких виростають в процесі чистки, наприклад, азоту нітритів, азоту нітратів, а ще розчиненого кисню)». Цим чином, в даному документі немає вимог до встановлення ГДК азоту нітритів і азоту нітратів для існуючих і робочих підприємств очистки СВ.

Даний документ прямо вказує в статті 2.3, власне що значення ГДС речовин повинні для кожного окремо випуску СВ у водні об'єкти бути встановлені. Для

цього, загальною умовою для встановлення ГДС речовин є гарант дотримання відповідності якості нормування води у поставлений контрольних створах. Без присутності схвалених ГДС документ забороняє видавати особливі дозволи на водокористування.

Величини ГДС повинні розраховуватися з урахуванням майбутніх заборів:

- норми якості води та ГДК речовин у водному середовищі;
- фонові властивості якості води у водоймі перед випуском СВ;
- витрати, склад і режим скидання СВ в водне середовище;
- впливу на водоймах других скидів стічних вод і домашньої діяльності;
- ступенів змішування СВ з водою водойми на ділянці від простору скидання до контрольного створу;
- кратності розбавлення СВ у водоймі;
- натурального самоочищення води від речовин власне що скидаються.

Згідно до Інструкції встановлювачами можуть бути: УкрНЦОВ Мінприроди України, його державне дочірнє підприємство ПНДТЕП, інші організації, власне які отримали дозвіл Мінприроди України на принципі їх атестації.

Розпорядження КМУ від 11.10.1996 року №1100 «Про Порядок розробки та затвердження нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин та Перелік забруднюючих речовин, скидання яких нормується» [19] позначили, власне що нормативи ГДС затверджуються органами, уповноваженими видавати дозвіл на спеціальне водокористування, в один і той же час з видачею дозволу на водокористування спеціального призначення. Замовниками розробки нормативів ГДС забруднюючих речовин повинні виступати водокористувачі. До забруднюючих речовин ГДС на скидання яких містить розроблятися і затверджуватися у всіх випадках скидання СВ в водойми, входять азот амонійної, нітрати, нітрити і фосфати.

Муніципальні санітарні критерії планування і забудови населених пунктів [20] ще враховує, власне що відведення СВ у водні об'єкти містить певний дозвіл на підставі спеціального водокористування, який отримується органами Мінекобезпеки України за погодженням з органами і установами муніципального санітарного

нагляду. Обставини водовідведення супроводжуються водним законодавством і нормами і правилами санітарно-гігієнічними. Скидання СВ в басейн не повинно впливати в гіршу сторону на якість води у місцях скидання її.

Законодавством України Про охорону навколишнього природного середовища [21] враховано, власне що до можливостей районних рекомендацій в області охорони навколишнього середовища є обов'язок на дозвіл лімітів скидів забруднюючих речовин в НПС, за винятком скидів, що призводять до забруднення природних ресурсів загальнодержавного значення, а ще видачі рішення на використання спеціального призначення природних ресурсів районного типу.

Згідно до Водного кодексу України в дозволі на водокористування спеціального призначення ставлять ліміти забору води, ліміти її застосування і ліміти скидання забруднюючих речовин зі СВ.

Так можна сказати, що для скидання СВ в водойми районного типу якраз районні рекомендації зобов'язані виступати зачинателями розробки ГДС біогенних складових.

Склад біогенних складових в СВ, що скидаються в каналізаційну мережу житлового будинку населеного пункту, нормативно не регламентується. Вони нормуються лише тільки для компаній. Нормами способу стічних вод підприємств у комунальні та загальні системи каналізації населених пунктів України [14], які за своїм призначенням орієнтовані на недопущання порушення у роботі КОС населених пунктів і забезпечення охорони НПС від забруднення СО, враховано, власне що допускаються зосередженні всякої забруднюючої речовини в СВ компаній орієнтуються районними Правилами приймання СВ компаній в систему каналізації населеного місця. Ці Критерії зобов'язані визнати виконадавчі органи районної влади за поданням районних водоканалів попереднього узгодження з районними охорони здоров'я і охорони природи.

За Правилами [22], стоки, що скидаються підприємствами між іншого не повинні мати речовини, які не піддаються розкладанню біологічного походження, не повинні у своєму складі мати хімічне споживання кисню більше чим споживання кисню біологічного походження за 5 діб більше ніж у 2,5 рази, не повинні у своєму

складі мати споживання кисню біологічного походження, вище проектного для очисних споруд населеного місця. І ключове, не зобов'язані тримати забруднюючі речовини з вищим дозволених концентрацій, які встановлені районними Правилами приймання.

Допустимі зосередженні забруднюючих речовин враховано визначати по 3-ом умовам (без урахування вимог до скидання важких МЕ):

- за прийнятною концентрацією забруднюючої речовини в мережах каналізації;
- за прийнятною концентрацією забруднюючої речовини в спорудах очистки біологічного походження;
- за величиною лімітів на скидання забруднюючої речовини в басейн водоймища.

Найкоротша з представлених величин має встановлюватися як концентрації допустима для скиду.

Для визначення дозволених концентрацій за першим способом Правила роблять припустимі концентрації в мережі каналізацій: по БСК - не більш 350 г/м^3 ; по зваженим речовинам - не більш 500 г/м^3 . Але запити до змісту азоту і фосфору не присутні.

Для визначення дозволених концентрацій за другим способом Правила роблять припустимі зосередження забруднень в СВ, що надходять в аеротенк: для азоту амонійного - 30 г/м^3 ; для нітратів за NO_3 - 45 г/м^3 ; для нітритів - $3,3 \text{ г/м}^3$; для фосфатів - 10 г/м^3 .

Для визначення дозволених зосереджень по третьому способу Правила радять робити підрахунок за середньодобовою витратою СВ фірм і коефіцієнтом видалення забруднюючої речовини на КОС населеного місця. Коефіцієнти поставлені таким чином: азот амонійний - 0,2 ... 0,6; нітрати за NO_3 і нітрити - 0; фосфати - 0,1 ... 0,2.

На землі мегаполісу Києва спрацьовують районні Правила надходження СВ абонентів в систему каналізації мегаполісу Києва [23]. Такими Правилами поставлені максимально допустимі зосередження забруднень в скидних стічних водах абонентів, які наведені в таблиці 1.6.

ГДК забруднень у СВ абонентів

№ з/п	Забруднення	ГДК у СВ абонентів, г/м ³
1	Завислі речовини	300
2	Біохімічне споживання кисню (БСК ₅)	200
3	Хімічне споживання кисню	500
4	Азот амонійний	20
5	Нітрати	45
6	Нітрити	3,3
7	Фосфати	8

Концентрації азоту і фосфору в СВ житлових будинків в Україні не є нормованим. Разом з тим, ДБН В.2.5-75:2013 [24] визначає чисельність забруднень, які надходять з СВ в каналізаційну мережу від 1-го мешканця. Це чисельність приведена в таблиці 1.7.

Згідно ДБН В.2.5-74:2013 [25] мешканців житлової забудови, оснащеної внутрішнім водопроводом, каналізацією та ваннами з місцевими водонагрівачами (на зараз простежується тенденція відмови від пропозицій централізованого водопостачання гарячої води та встановлення ємнісних електро-водонагрівачів) питомий (середньодобової за рік норматив питного водопостачання та водовідведення оформляє 150 ... 230 л/добу на одну людину. Беручи до уваги це, зосередження забруднення в господарсько-побутових СВ має можливість бути визначеною за формулою

$$C = \frac{m}{q} \times 1000, (\text{г/м}^3) \quad (1.1)$$

де m – маса забруднень, що присутня в стічних водах, які надходять у мережу каналізацій від однієї людини за добу, г/добу;

q – середньодобовий за рік норматив водопостачання питного призначення та водовідведення на одного споживача, л/добу.

Таблиця 1.7

Кількість забруднень, що надходять у каналізаційну мережу від одного споживача

№ з/п	Забруднення	Кількість від одного мешканця, г/добу
1	Завислі речовини	65
2	Біохімічне споживання кисню (БСК ₅)	54
3	Хімічне споживання кисню	87
4	Азот загальний	11
5	Азот в амонійних солях	8
6	Фосфор загальний	1,8
7	Фосфор у фосфатах	1,44

У разі якщо прийняти норматив $q = 200$ л/добу, то зосередження забруднень в господарсько-побутових СВ має можливість бути розрахована за формулою 3.1. Підсумки розрахунку (без урахування зосередження забруднюючих речовин у водопровідній воді, яка подається громадськості для споживання) наведені в таблиці 1.8.

Таблиця 1.8

Концентрація забруднень у господарсько-побутових СВ

№ з/п	Забруднення	Концентрація у побутових СВ, г/м ³
1	Завислі речовини	325
2	Біохімічне споживання кисню (БСК ₅)	270
3	Хімічне споживання кисню	435
4	Азот загальний	55
5	Азот в амонійних солях	40
6	Фосфор загальний	9
7	Фосфор у фосфатах	7,2

З цього можна винести, власне що при цих умовах господарсько-побутові СВ від населення є з перевищенням в забрудненні дозованих концентрацій для

скидання в мережу каналізацій мегаполісу Києва: по зваженим речовинам на 8%, по БСК₅ - на 35%. Порівнювати зосередженні біогенних складових в даних умовах не просто через всілякі їх характеристики, які дані в різних документах нормативного права.

Разом з тим, в тому числі і в разі звертання уваги тільки зваженим речовинам і БСК₅, то ці СВ не повинні скидатися в міську мережу каналізацій мегаполісу Києва без допоміжного розведення їх чистою водою.

ДБН В.2.5-75:2013 ще що, власне СВ, які надходять на біологічну очистку зобов'язані містити біогенні складові на рівні: загальний азот - не менше 5 г/м³ на кожні 100 г/м³ біологічне споживання кисню повного; загальний фосфор - не менше 1 г/м³ на кожні 100 г/м³ біологічного споживання кисню досконалого. Термальний стан стічних вод повинна бути в межах 6 ... 30 °С.

Відповідно до правил ДБН В.2.5-75:2013 для КОС, розрахованих на очистку стоків від еквівалентного числа мешканців більше 500 чоловік, потрібно передбачати очистку біологічного походження від сполук азоту, а ще визначати потребу і технологію допоміжного вилучення сполук фосфору.

Вміст фосфору у міських стічних водах:

Звичайні форми фосфору у міських стічних водах це:

- Ортофосфати(солі фосфорних кислот, зокрема ортофосфорної кислоти H_3PO_4 , з одним атомом фосфору, наприклад ортофосфат натрію Na_3PO_4) - звичайні молекули які можна використовувати для застосування в метаболізмі біологічного походження без підготовчого розкладання;
- поліфосфати (полімети фосфатів зі спільною формулою $M - O - [P(OM)(O) - O]_n - M$, де М - всякий метал, і ланцюг яких протікає між різними хімічними групами, наприклад натрій-3-фосфат $(Na_5P_3O_{10})_n$) - важкі молекули з 2-ма і більше атомами фосфору, що перед засвоєнням організмами вимагають підготовчого гідролізу з розкладанням на ортофосфати, власне який займає велику кількість часу;
- органічні фосфати (складні ефіри ортофосфорної кислоти з загальною формулою $(RO)_n P(O)(OH)_{3-n}$, де RO – вуглеводневий радикал,

наприклад метилфосфат (метилфосфорна кислота) $(CH_3O)P(O)(OH)_2$.

За відомостями [26], води комунальних стоків можуть мати від 5 до 20 мг/дм³ спільного фосфору (в перерахунку на фосфати по PO_4 це є від 15,7 до 62,7 мг/дм³). З нього органічні сполуки мають від 1 до 5 мг/дм³ (3,1 ... 15,7 мг/дм³). Все інше - неорганічні сполуки. Особистий внесок фосфору в мережу каналізацій від 1-го мешканця житлового місця оцінюється від 0,65 до 4,80 г/добу. Середнє значення - 2,18 г/добу. Даний внесок містить спрямованість до нарощування за рахунок збільшення застосованих миючих засобів.

За відомостями [27] води комунальних стоків можуть мати від 4 до 16 мг/дм³ спільного фосфору (12,5 ... 50,1 г/м³ фосфатів). За відомостями [28] ці води можуть мати 10 мг/дм³ спільного фосфору (31,3 г/м³ фосфатів).

Вторинна (біологічна) очистка СВ, як правило, має менший вміст фосфатів на 1 ... 2 г/м³.

За відомостями Бортницької станції аерації [29] склад фосфатів у СВ мегаполісу Києва за нормативного показника на рівні 8 г/м³ перевищує і складає 26 г/м³. Таким чином можна сказати, що є перевищення більше ніж в 3 рази. В підрахунку на загальний фосфор даний показник повинен складати 8,48 г/м³. При продуктивністю видалення фосфору на класичних очисних спорудах 0,2. Залишкове зосередження в розчищених СВ оформляє 6,78 мг/дм³. Бортницька станція аерації щодоби скидає в Дніпро в межах 600 тис. м³ чистих стоків. При цих умовах з комунальними СВ в Дніпро надходить 4,068 т. фосфору в день. Відомо, власне що будь-який грам фосфатних сполук при інших схвальних критеріях тягне приріст у водоймі від 5 ... 10 кг ціанобактерій.

Вміст азоту у міських стічних водах:

Типові форми азоту в комунальних СВ це:

- азот нітритів - солей азотної кислоти (HNO_2), наприклад $NaNO_2$;
- амонійний азот (загальна формула NH_4^+);
- азот нітратів - солей азотної кислоти (HNO_3), наприклад $2NaNO_3$;
- азот в органічних сполуках.

Більш отруйними між даних сполук вважаються нітрити, менш отруйними нітрати. Амонійний азот займає проміжне місце.

Зосередження азотних сполук в водах комунальних стоків не рахується незмінною і може залежити від безлічі моментів, між яких транспортування стоків від простору їх забруднення до споруд для очистки. Під час проходження каналізаційною мережею органічні сполуки азоту мінералізуються до азоту амонійного та його змісту в стоках збільшується. Нітрати і нітрити при переміщенні відновлюються до газоподібного азоту, який надходить з стоків в атмосферу. В наслідок цього їх зосередження зменшується. При процесі органічної очистки стоків в аеротенках органічний азот продовжує мінералізуватися до амонійного. При використанні глибокої біологічної очистки нітрифікацією амонійний азот окислюється до нітритів, а згодом до нітратів. При цих умовах зосередження амонійного азоту зменшується, зосередження нітритів і нітратів збільшується. При використанні глибокої біологічної очистки з процесом нітрифікації і денітрифікацією азот нітратів, інтелектуальних в напрямок нітрифікації, мікробіологічно відновлюється (денітрифікується) в газоподібний азот і зосередження нітратів значимо знижується.

За відомостями [30] склад загального азоту в стоках комунальних вод є від 50 до 60 г/м³ і має можливість змінитися в залежності від походження стоків.

Як видно з представленого вище, в нормативних документах України немає одного і єдиного чіткого розкладу до нормування складу біогенних складових в стоках і немає точних правил до вилучення їх на КОС.

Головна європейська вказівка [31] оперує загальними поняттями загального азоту і загального фосфору. На відміну від цього українські нормативні документи оперують визначеннями:

- порівняно з забрудненням азотними сполуками - загальний азот, азот амонійний (N), азот амонійний (NH_4^+), азот нітритний (N), азот нітритний (NO_2), азот нітратний (N), азот нітратний (NO_2), азот в амонійних солях;
- по забрудненню сполуками фосфору - загальний фосфор, фосфати (P) або ж фосфор фосфатів, фосфати (PO_4).

За терміном, фосфати - солі фосфатної кислоти. Разом з тим, пральні порошки, застосовувані в загальному побуті, нерідко містять не тільки фосфати, а ще й фосфонати - похідні від фосфонових кислот [32], які наприклад же вносять долю в нарощування числа спільного фосфору в стоках.

Для наведення порядку для нормування біогенних складових в стоках комунальних вод в Україні є потреба встановлення значень ГДК біогенних складових, які будуть фіксованими (насамперед для вмісту азоту і фосфору) в розчищених стоках на виході з КОС, або ж під час скидання очищених СВ в поверхневі водні об'єкти. Перед розробкою цих ГДК необхідно визначитися з показниками, за якими ці зосередження повинні визначатися. Недоступність уніфікованих характеристик і недоступність точних показників до їх дотримання має ймовірність зловживань при розробці районних (індивідуальних) нормативів, які не просто тримати під контролем. І це в свою чергу буде призводити до більшого надходження біогенних складових в поверхневі водойми, і, як підсумок, зниження екологічної захищеності екосистем і виникнення екологічних ризиків для організму людини, пов'язаних як з токсичним впливом самих біогенних складових (нітриту і амонійний азот), наприклад і з токсичним впливом продуктів метаболізму ціанобактерій. При цих умовах доцільним має можливість запозичення європейських навичок і перехід на нормування дозволених концентрацій, застосовуючи поняття загального азоту і загального фосфору.

1.5. Моделювання продуктивності культивування мікробіодоростей в погодних умовах регіонів України

Продуктивність процесу культивування мікробіодоростей залежить від умов НПС, а саме термальних коливань і наявності необхідного числа сонячного світла для забезпечення процесу фотосинтезу. Ці обставини можна вважати обмежуючими причинами по продуктивності культивуємого процесу.

В процесі культивування мікробіодорості піддаються впливам всіляких кліматичних перемін, перш за все змін термального стану і інтенсивності сонячного

освітлення, пов'язаної з частинами дня і ночі та зміною сезонів. Ці дії впливають на продуктивність культивування, в результаті чого може змінюватись чисельність біомаси і чисельність ліпідів знайдених на одиниці площі, яка відведена для культивування.

Середня напруженість сонячної радіації, яка досягає земної поверхні атмосфери (сонячна постійна), за відомостями Глобальної метеорологічної організації, є $1367 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$ (щільність струменя фотонів $2555,5 \frac{\text{мкмоль}}{\text{м}^2 \text{сек}}$). Крізь відблиску і розсіювання атмосферою площині землі є максимально $1000 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$ ($2162 \frac{\text{мкмоль}}{\text{м}^2 \times \text{сек}}$). Дійсна напруженість сонячної радіації, яка доторкається земної поверхні має можливість змінюватись в широких межах, а саме від $50 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$ ($108,1 \frac{\text{мкмоль}}{\text{м}^2 \text{сек}}$) в разі якщо небо затягнуте хмарами, до $1000 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$ ($2162 \frac{\text{мкмоль}}{\text{м}^2 \text{сек}}$). Середня ж напруженість в більшості районів земної кулі коливається від $200 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$ ($432,4 \frac{\text{мкмоль}}{\text{м}^2 \text{сек}}$) до $250 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$ ($540,5 \frac{\text{мкмоль}}{\text{м}^2 \text{сек}}$).

Залежно від ареалу найбільше чисельність енергії, що надходить на поверхню землі в Україні за день може досягати $330 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$ ($713,5 \frac{\text{мкмоль}}{\text{м}^2 \text{сек}}$) влітку і $125 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$ ($270,3 \frac{\text{мкмоль}}{\text{м}^2 \text{сек}}$) взимку (в світлі сонячні дні).

На рис. 1.1. показано розподіл землі України за середньорічною інтенсивністю сонячного освітлення.

Сонячна радіація має склад з випромінюваних всілякої довжини хвилі. Але напруженість випромінювання на різних відмітках довжини хвилі різна. Її розподіл показано на рис. 1.2. Не вся енергія сонячного випромінювання має можливість застосовуватися для процесів фотосинтезу. З усього спектра випромінювання сонця застосовується спектр фотосинтетичний інтенсивного випромінювання (ФІВ) від 400 до 700 нм довжини хвилі, практично збігається з помітним світлом (380 – 780 нм).

Напруженість фотосинтезу в заданому діапазоні не рахується величиною незмінною. Залежність інтенсивності фотосинтезу від довжини хвилі показано на рис. 1.3.

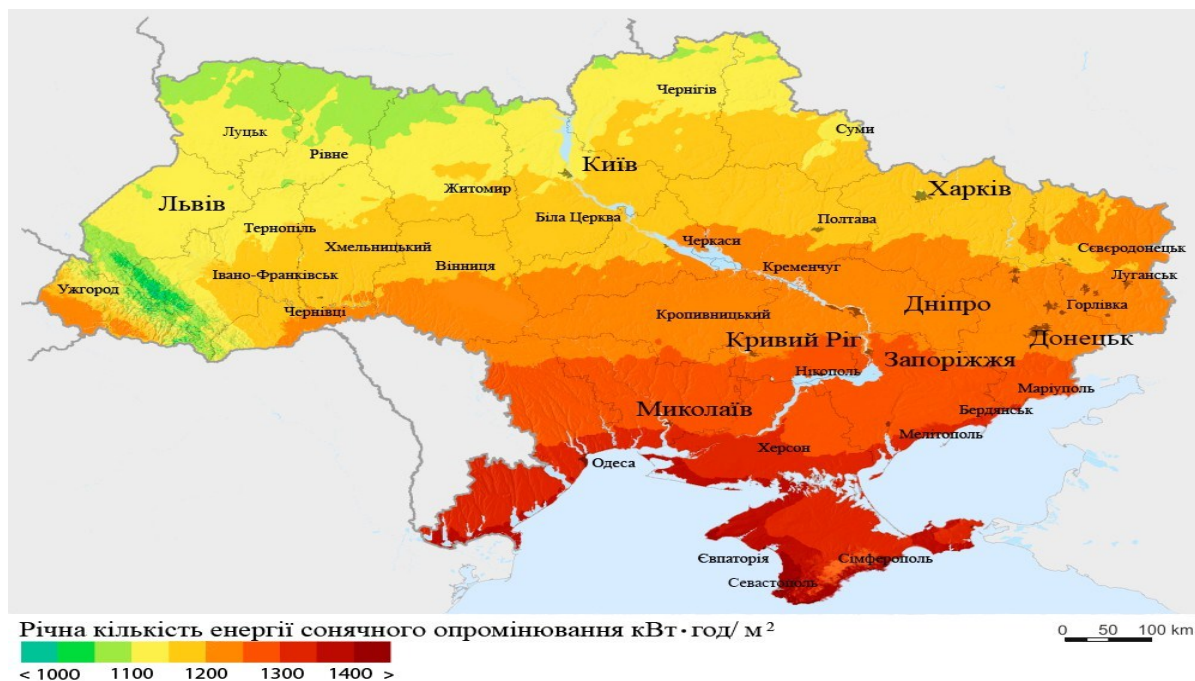


Рис. 1.1. Районування території України за інтенсивністю сонячного освітлення

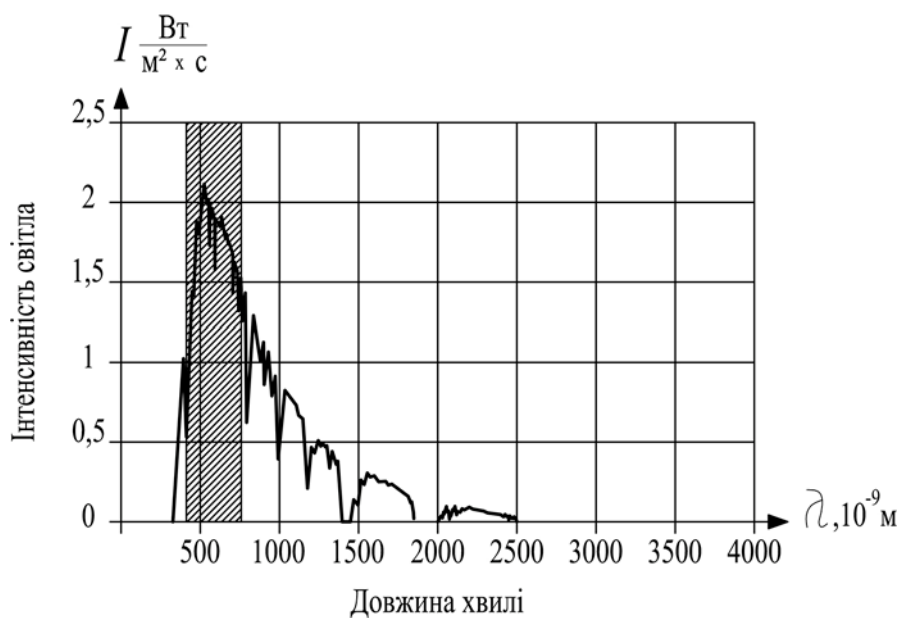


Рис. 1.2 Інтенсивність фотосинтезу сонячної радіації на різних довжинах хвилі

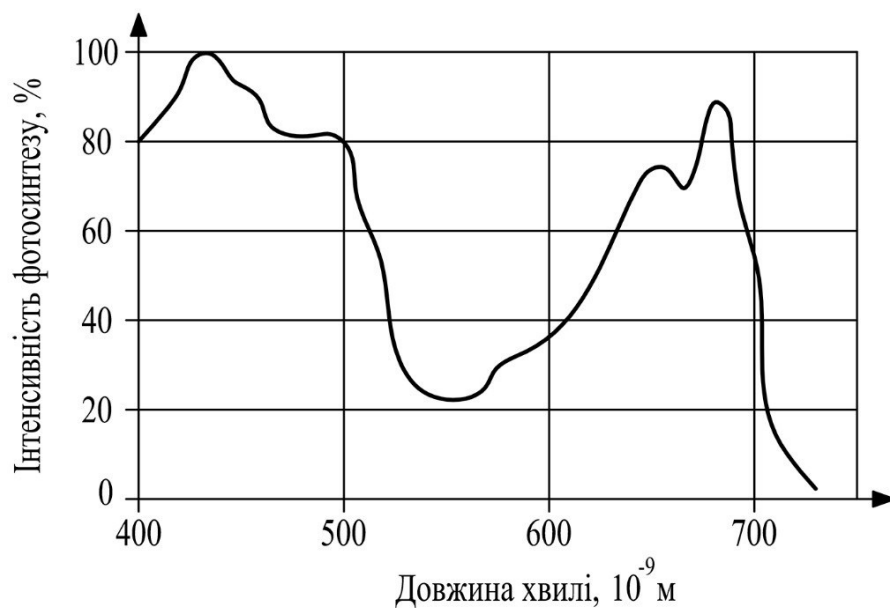


Рис. 1.3. Залежність інтенсивності фотосинтезу від довжини хвилі у діапазоні ФІВ[33]

На даний спектр доводиться в межах 47% енергії сонячного випромінювання. Відомо, власне що для поглинання під час фотосинтезу однієї молекули CO_2 з перетворенням її в вуглеводи (емпірична формула $C_m(H_2O)_n$) застосовується 8 фотонів [34]. Середню енергію 1-го фотона в спектрі ФАВ оцінюється в 217,4 кДж. Теплоту згоряння 1-го моля з $C(H_2O)$, а значить запасені в ньому енергію, оцінюється в 468 кДж/моль. Проаналізувавши дану інформацію можна винести що, гранична теоретична ефективність перебудови енергії ФАВ в вуглеводні визначиться за формулою:

$$\varepsilon_{\text{ФАВ} \rightarrow C_m(H_2O)_n} = \frac{\varepsilon_{C_m(H_2O)_n}}{8 \times \varepsilon_{\text{ФАВ}}} \times 100\%, (\%). \quad (1.2)$$

Дана ефективність складатиме:

$$\varepsilon_{\text{ФАВ} \rightarrow C_m(H_2O)_n} = \frac{468}{8 \times 217,4} \times 100\% = 26,9\% . \quad (1.3)$$

Крім такого, під час передачі сонячної енергії організмам мікроводоростей

проходять ще допоміжні її витрати через розсіювання і відблиску. Дані витрати розглядають в допоміжні 10% [35]. Можна сказати, що якщо брати до уваги ефективність засвоєння з урахуванням розсіювання і відблиск, то вона складатиме:

$$\varepsilon_{\text{рос.відбив.}} = 100\% - 10\% = 90\% . \quad (1.4)$$

З цього виходячи, що гранична теоретична ефективність засвоєння всієї енергії сонця в процесі фотосинтезу має можливість бути оцінена:

$$\varepsilon_{\text{засв.сон.ен}} = 0,47 \times 0,269 \times 0,9 \times 100\% = 11,38\% . \quad (1.5)$$

Ця модель мало відмінно відображає дійсність, тому що за відомостями [36], ефективність засвоєння енергії сонця в справжніх (польових) умовах мікроводоростями в ході процесу культивування їх в розкритих ємностях здебільшого коливається в районі 3-6%. Це зниження продуктивності відбувається додатковими витратами енергії на нічний подих, фотоінгібування або аналогічне їм.

Розглянемо вплив інтенсивного освітлення культурального середовища на продуктивність культивування, застосовуючи енергетичний баланс фотосинтезу [37]. Добову продуктивність по біомасі з площей одиниці водойми культивування $P_{\text{біом}}$ можна визначити за формулою

$$P_{\text{біом}} = \frac{I_{\text{опром}}}{E_{\text{біом}}} \times k_{\text{пер}} \times k_{\text{конв}}, \quad (\text{кг/м}^2 \cdot \text{добу}), \quad (1.6)$$

де $I_{\text{опром}}$ – енергія радіації сонця, яка падає на площу одиниці місця, де знаходиться водойма з культивованою рідиною та мікроводоростями ($\text{кДж/м}^2 \cdot \text{добу}$);

$E_{\text{біом}}$ – к-сть енергії, яка зберігається масі одиниці мікроводоростей, які культивуються (МДж/кг);

$k_{\text{пер}}$ – коефіцієнт, який враховує ефективність обміну сонячної енергії

випромінювання мікроорганізмам мікроводоростей;

$k_{\text{конв}}$ – коефіцієнт, який враховує ефективність конверсії енергії придбаного сонячного випромінювання особинами мікроводоростей в біомасу.

Коефіцієнт ефективності обміну енергії визначається за формулою

$$k_{\text{пер}} = k_{\text{розп}} \times k_{\text{площ}} \times k_{\text{фотосинт}} \times k_{\text{абс}}, \quad (1.7)$$

де $k_{\text{розп}}$ – коефіцієнт, який враховує ефективність розповсюдження світла сонця через культуральне середовище (розсіювання на шляху);

$k_{\text{площ}}$ – коефіцієнт, який враховує ефективність використання території падіння сонячного випромінювання (співвідношення всієї поверхні опромінення до робочої поверхні культуральної рідини);

$k_{\text{фотосинт}}$ – коефіцієнт, який враховує деяку частину випромінювання сонця, на який припадає спектр, активний при дії фотосинтезу;

$k_{\text{абс}}$ – коефіцієнт здатності поглинати світла мікроводоростями.

Коефіцієнт конверсії енергії отриманого сонячним випромінюванням у біомасу і може бути визначений за формулою

$$k_{\text{конв}} = k_{\text{погл.фотон}} k_{\text{засв.фотон}} \times (1 - k_{\text{дых}}), \quad (1.8)$$

де $k_{\text{погл.фотон}}$ – коефіцієнт, який враховує ефективність здатності фотонів до поглинання випромінювання у процесі фотосинтезу;

$k_{\text{засв.фотон}}$ – коефіцієнт, який враховує ефективність здатності фотонів до засвоєння енергії у процесі фотосинтезу;

$k_{\text{дых}}$ – коефіцієнт врахування частин енергії, який витрачається в вечірній період доби для застосування процесу нічного дихання.

На теоретичному рівні, при сприятливих умовах, клітини мікроводоростей можуть засвоювати буквально всі фотони, які досягають їх. Тобто має $k_{\text{погл.фотон}}$ наближатися до одиниці. Втім, ці негативні обставини, як високий ступінь

освітленості, відхилення від температури оптимального значення, при яких посилюються ефекти фотоінгібування, знижують значимість цього коефіцієнта. При збільшеній температурі поглинені фотони, в тому числі і при досить великих значень $k_{\text{погл.фотон}}$ можуть знову випромінюватися клітинами мікроводоростей в НПС як теплове випромінювання. За дуже посиленого освітлення поглинені фотони можуть робити руйнівний вплив на клітини.

Можливо визнати, власне що ступінь продуктивності засвоєння фотонів залежить від значення освітленості, температури середовища та інших факторів. Тим важливіше вплив на даний показник здійснює ступінь освітлення.

Процес фотосинтезу характеризується значенням насиченості. Беручи до уваги ступінь освітлення, насиченням називають подібний його ступінь, за яким напруженість фотосинтезу досягає максимального значення.

Залежність інтенсивності фотосинтезу від інтенсивності освітлення і в цілому є логарифмічною. Рівна залежність є лише тільки при невисоких інтенсивностях освітлення. З нарощуванням освітленості, фотосинтез збільшується. Втім, з нарощуванням інтенсивності освітлення понад інтенсивність насичення для безлічі штамів мікроводоростей напруженість фотосинтезу зменшується.

У більшості випадків насичення світла досягається при щільності потоку фотонів $200 \text{ мкмоль/м}^2 \cdot \text{сек}$ ($92,5 \text{ Вт/м}^2$) [38].

Коефіцієнт продуктивності засвоєння енергії фотонів можна визначити за формулою

$$k_{\text{засв.фот}} = \frac{I_{\text{насих}}}{I_{\text{пад}}} \times \left[\ln \left(\frac{I_{\text{пад}}}{I_{\text{насих}}} \right) + 1 \right] \quad (1.9)$$

де $I_{\text{насих}}$ – густина опромінюваного світла при насиченні його фотосинтетично активної радіації ($\text{мкмоль/м}^2 \cdot \text{сек}$);

$I_{\text{пад}}$ – густина фотосинтетично активної радіації падаючого світла ($\text{мкмоль/м}^2 \cdot \text{сек}$).

Згідно формули 1.9 залежність коефіцієнта $k_{\text{засв.фотон}}$ від співвідношення

густини падаючого випромінювання та випромінювання насичення $\frac{I_{\text{пад}}}{I_{\text{насич}}}$ має логарифмічний характер.

Графічно у стандартних координатах (не у логарифмічних) цю залежність показано на рис. 1.4.

Така залежність справедлива тільки за умови, якщо $\frac{I_{\text{пад}}}{I_{\text{насич}}} \geq 1$. Тобто, коли густина насичення не більша чим густина падаючого випромінювання. При цьому з приближенням відношення $\frac{I_{\text{пад}}}{I_{\text{насич}}}$ до одиниці, $k_{\text{засв.фотон}}$ приближається до одиниці. У діапазоні, коли $\frac{I_{\text{пад}}}{I_{\text{насич}}} < 1$, зі меншим значенням даного співвідношення параметр $k_{\text{засв.фотон}}$ стрімко зменшується, і дане визначення не відповідає експериментальним даним, згідно яких, при низьких значення густини опромінювання даний коефіцієнт залишається і рівняється близьким до одиниці. Тому можна сказати, що формулу 1.9 доцільно використовувати тільки за певних умов коли $\frac{I_{\text{пад}}}{I_{\text{насич}}} \geq 1$.

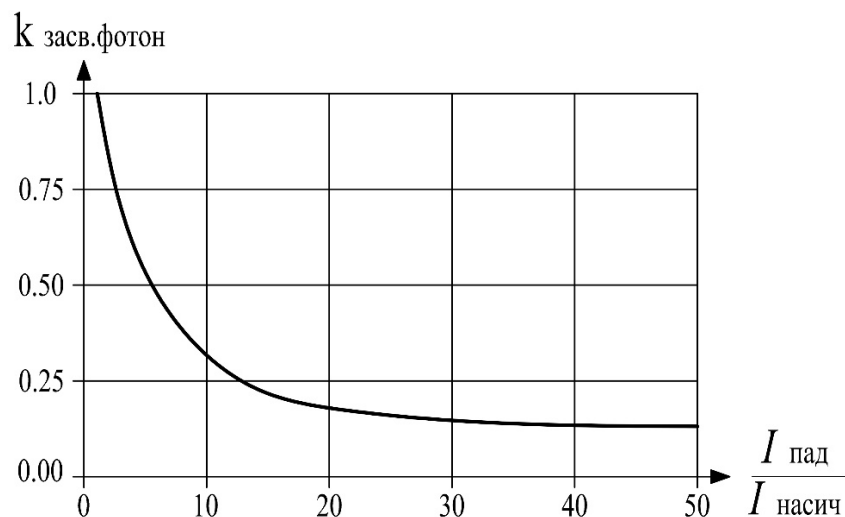


Рис. 1.4. Залежність коефіцієнта ефективності фотонів засвоювати енергію від випромінювання насичення та співвідношення густин падаючого випромінювання

Добову продуктивність за з'єднанням ліпідів з одиниці площі водойми $P_{\text{ліп}}$ визначається за формулою

$$P_{\text{ліп}} = \frac{k_{\text{ліп}} \times P_{\text{ліп}}}{\rho_{\text{ліп}}} (\text{мл/м}^2 \cdot \text{добу}), \quad (1.10)$$

де $k_{\text{ліп}}$ – коефіцієнт, який враховує вміст ліпідів у біомасі мікроводоростей, який може бути застосований для виробництва готової продукції;

$\rho_{\text{ліп}}$ – густина ліпідів (кг/л).

За відомостями NASA, вважаються усередненими данні на підставі 20 річних досліджень за рівнем освітленості землі України, середньомісячний рівень радіації сонця в провідних ареалах України наведені в таблиці 1.9.

Можна розраховувати продуктивність протягом року по біомасі і продуктивністю по ліпідами при культивуванні мікроводоростей в умовах здійснення процесу в Київській області. Розрахуємо продуктивність культивування в липні місяці.

Продуктивність мікроводоростей по біомасі знаходимо за формулою 1.6. Для цього переводимо напруженість опромінення в кДж/м² · добу. Для липня місяця $I_{\text{опром}} = 5,25 \text{ кВт} \cdot \text{год/м}^2 \cdot \text{добу} = 18900 \text{ кДж/м}^2 \cdot \text{добу}$. Чисельність енергії, яка запасється в одиниці маси культивованих мікроводоростей, прийнято $E_{\text{біом}} = 14,21 \text{ МДж/кг}$ [39].

Коефіцієнт, який враховує ефективність передачі сонячної енергії випромінювання особинам мікроводоростей, знаходиться за формулою 1.7, складе

$$k_{\text{пер}} = 0,98 \times 0,98 \times 0,458 \times 1,0 = 0,44.$$

В даній формулі $k_{\text{розп}} = 0,98$ та $k_{\text{площ}} = 0,98$ як для відкритих ємностей [40], $k_{\text{фотосинт}} = 0,458$ [34], $k_{\text{абс}} = 1,0$ [41].

Коефіцієнт конверсії енергії знайденого сонячного випромінювання в біомасу знаходимо за формулою 1.8. Для цього спочатку визначаємо коефіцієнт продуктивності засвоєння енергії фотонів за формулою 1.9, він складе

$$k_{\text{засв.фот}} = \frac{200}{460.9} \times \left[\ln \left(\frac{460.9}{200} \right) + 1 \right] = 0.79 .$$

Таблиця 1.9

**Середній місячний рівень сонячної радіації $I_{\text{опром}}$
у регіонах України, кВт · год/м² · добу [42]**

Місяць	Київська обл.	Львівська обл.	Полтавська обл.	Дніпровська обл.	Одеська обл.
01	1,07	1,08	1,18	1,21	1,25
02	1,87	1,83	1,96	1,99	2,11
03	2,95	2,82	3,05	2,98	3,08
04	3,96	3,78	4,00	4,05	4,38
05	5,25	4,67	5,40	5,55	5,65
06	5,22	4,83	5,44	5,57	5,85
07	5,25	4,83	5,51	5,70	6,04
08	4,67	4,45	4,87	5,08	5,33
09	3,12	3,00	3,42	3,66	3,93
10	1,94	1,85	2,11	2,27	2,52
11	1,02	1,06	1,15	1,20	1,36
12	0,86	0,83	0,91	0,96	1,04

В даній формулі $I_{\text{насих}} = 200 \left(\frac{\text{мкмоль}^2}{\text{м}} \cdot \text{сек} \right)$ [37], $I_{\text{пад}} = 460 \left(\frac{\text{мкмоль}^2}{\text{м}} \cdot \text{сек} \right)$. З цього можна сказати, що коефіцієнт конверсії складе

$$k_{\text{конв}} = 0,269 \times 0,79 \times (1 - 0,2) = 0,170 .$$

В даному розрахунку $k_{\text{погл.фотон}} = 0,269$, $k_{\text{дих}} = 0,2$ [38].

Для щомісячного розрахунку $k_{\text{засв.фотон}}$ використовуємо формулу 1.9 для місяців з березня по вересень, тільки коли задовольняється умова $\frac{I_{\text{пад}}}{I_{\text{насих}}} \geq 1$. Для інших місяців приймаємо $k_{\text{засв.фотон}} = 0,99$.

Продуктивність за біомасою мікроводоростей, буде визначена за

формулою 1.6, складе

$$P_{\text{біом}} = \frac{18900}{14,21} \times 0,44 \times 0,170 = 99,5, (\text{мл/м}^2 \cdot \text{добу}).$$

Продуктивність за синтезом ліпідів визначається за формулою 1.10, вона буде

$$P_{\text{ліп}} = \frac{0,2 \times 99,5}{0,85} = 23,41, (\text{мл/м}^2 \cdot \text{добу}).$$

В даній формулі коефіцієнти вмісту ліпідів у біомасі, яка може бути використана $k_{\text{ліп}}$, складає 0,2, яке є одним з всіх представлених найнижчим, опираючись на данні джерел [38-41], густину отриману з біомаси олії (ліпідів) $p_{\text{ліп}}$ складає 0,85 кг/л [43]. Підсумки розрахунку для інших місяців року зводимо в таблицю 1,10. Підсумки розрахунку глобальної та ліпідної продуктивності культивування для інших ареалів України зводимо в таблиці 1.11 - 1.14. Графічно глобальну продуктивність помісячно для ареалів України показано на рисунку 1.5. З червня по серпень глобальні і ліпідну продуктивність приведена на рисунку 1.6.

Таблиця 1.10

Розрахунок щомісячної продуктивності культивування мікроводоростей в Київській області

Місяць	$I_{\text{опром}},$ $\frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^2 \cdot \text{добу}}$	$I_{\text{опром}},$ $\frac{\text{мкмоль}}{\text{м}^2 \cdot \text{сек}}$	$I_{\text{фса}},$ $\frac{\text{мкмоль}}{\text{м}^2 \cdot \text{сек}}$	$k_{\text{конв}}$	$P_{\text{біом}}$	$P_{\text{ліп}}$
1	2	3	4	5	6	7
Січень	1,07	205,1	93,9	0,213	25,4	5,98
Лютий	1,87	358,4	164,1	0,213	44,4	10,45
Березень	2,95	565,4	258,9	0,209	68,7	16,16
Квітень	3,96	759,0	347,6	0,194	85,6	20,14
Травень	5,25	1006,3	460,9	0,170	99,5	23,41

продовження таблиці 1.10

1	2	3	4	5	6	7
Червень	5,22	1000,5	458,2	0,172	100,1	23,55
Липень	5,25	1006,3	460,9	0,170	99,5	23,41
Серпень	4,67	895,1	409,9	0,181	94,2	22,16
Вересень	3,12	598,0	273,9	0,207	72,0	16,90
Жовтень	1,94	371,8	170,3	0,213	46,1	10,84
Листопад	1,02	195,5	89,5	0,213	24,2	5,69
Грудень	0,86	164,8	75,5	0,213	20,4	4,80

Таблиця 1.11

Розрахунок щомісячної продуктивності культивування мікроводоростей в Львівській області

Місяць	$I_{\text{опром}}, \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^2 \cdot \text{добу}}$	$I_{\text{опром}}, \frac{\text{мкмоль}}{\text{м}^2 \cdot \text{сек}}$	$I_{\text{ФСА}}, \frac{\text{мкмоль}}{\text{м}^2 \cdot \text{сек}}$	$k_{\text{конв}}$	$P_{\text{біом}}$	$P_{\text{ліп}}$
Січень	1,08	270,0	94,8	0,213	25,6	6,02
Лютий	1,83	350,8	160,6	0,213	43,5	10,23
Березень	2,82	540,5	247,5	0,211	66,3	15,60
Квітень	3,78	724,5	331,8	0,194	81,7	19,22
Травень	4,67	895,1	409,9	0,181	94,2	22,16
Червень	4,83	925,8	424,0	0,176	94,8	22,31
Липень	4,83	925,8	424,0	0,176	94,8	22,31
Серпень	4,45	852,9	390,6	0,183	90,8	21,36
Вересень	3,00	574,9	263,3	0,209	69,9	16,38
Жовтень	1,85	354,6	162,4	0,213	43,9	10,33
Листопад	1,06	203,2	93,1	0,213	25,2	5,93
Грудень	0,83	159,1	72,9	0,213	19,7	4,64

Таблиця 1.12

**Розрахунок щомісячної продуктивності культивування мікроводоростей в
Полтавській області**

Місяць	$I_{\text{опром}},$ $\frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^2 \cdot \text{добу}}$	$I_{\text{опром}},$ $\frac{\text{мкмоль}}{\text{м}^2 \cdot \text{сек}}$	$I_{\text{фса}},$ $\frac{\text{мкмоль}}{\text{м}^2 \cdot \text{сек}}$	$k_{\text{конв}}$	$P_{\text{біом}}$	$P_{\text{ліп}}$
Січень	1,18	226,2	103,6	0,213	28,0	6,59
Лютий	1,96	375,7	172,1	0,213	46,5	10,95
Березень	3,05	584,6	267,7	0,208	70,7	16,64
Квітень	4,00	766,7	351,1	0,192	85,6	20,14
Травень	5,40	1034,9	474,0	0,169	101,7	23,93
Червень	5,44	1042,7	477,5	0,168	101,9	23,97
Липень	5,51	1056,4	483,7	0,168	103,2	24,28
Серпень	4,87	933,4	427,5	0,177	96,1	22,61
Вересень	3,42	655,5	300,2	0,202	77,0	18,12
Жовтень	2,11	404,4	185,2	0,213	50,1	11,79
Листопад	1,15	220,4	100,9	0,213	27,3	6,42
Грудень	0,91	174,4	79,9	0,213	21,6	5,08

Таблиця 1.13

**Розрахунок щомісячної продуктивності культивування мікроводоростей в
Дніпропетровській області**

Місяць	$I_{\text{опром}},$ $\frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^2 \cdot \text{добу}}$	$I_{\text{опром}},$ $\frac{\text{мкмоль}}{\text{м}^2 \cdot \text{сек}}$	$I_{\text{фса}},$ $\frac{\text{мкмоль}}{\text{м}^2 \cdot \text{сек}}$	$k_{\text{конв}}$	$P_{\text{біом}}$	$P_{\text{ліп}}$
1	2	3	4	5	6	7
Січень	1,21	231,9	106,2	0,213	28,7	6,76
Лютий	1,21	381,4	174,7	0,213	28,7	11,12
Березень	1,99	571,2	261,6	0,209	47,2	16,34
Квітень	2,98	776,3	355,5	0,191	69,4	20,29

продовження таблиці 1.13

1	2	3	4	5	6	7
Травень	4,05	1063,8	487,2	0,167	86,2	24,31
Червень	5,55	1067,6	488,9	0,167	103,3	24,40
Липень	5,57	1092,5	500,4	0,165	103,7	24,67
Серпень	5,70	973,8	445,9	0,174	104,8	23,18
Вересень	5,08	701,5	321,3	0,197	98,5	18,91
Жовтень	3,66	435,1	199,3	0,213	80,4	12,68
Листопад	1,20	230,0	105,3	0,213	53,9	6,70
Грудень	0,96	184,0	84,3	0,213	22,8	5,36

Таблиця 1.13

**Розрахунок щомісячної продуктивності культивування мікроводоростей в
Одеській області**

Місяць	$I_{\text{опром}},$ $\frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^2 \cdot \text{добу}}$	$I_{\text{опром}},$ $\frac{\text{мкмоль}}{\text{м}^2 \cdot \text{сек}}$	$I_{\text{фса}},$ $\frac{\text{мкмоль}}{\text{м}^2 \cdot \text{сек}}$	$k_{\text{конв}}$	$P_{\text{біом}}$	$P_{\text{ліп}}$
Січень	1,25	239,6	109,7	0,213	29,7	6,98
Лютий	2,11	404,4	185,2	0,213	50,1	11,79
Березень	3,08	590,3	270,4	0,207	71,1	16,72
Квітень	4,38	839,5	384,5	0,185	90,3	21,25
Травень	5,65	1082,9	495,9	0,165	103,9	24,45
Червень	5,85	1121,6	513,5	0,163	106,3	25,01
Липень	6,04	1157,7	530,2	0,160	107,7	25,35
Серпень	5,33	1021,6	467,9	0,170	101,0	23,77
Вересень	3,93	753,3	344,9	0,193	84,5	19,89
Жовтень	2,52	482,9	221,2	0,213	59,8	14,08
Листопад	1,36	260,7	119,4	0,213	32,3	7,60
Грудень	1,04	199,3	91,3	0,213	24,7	5,81

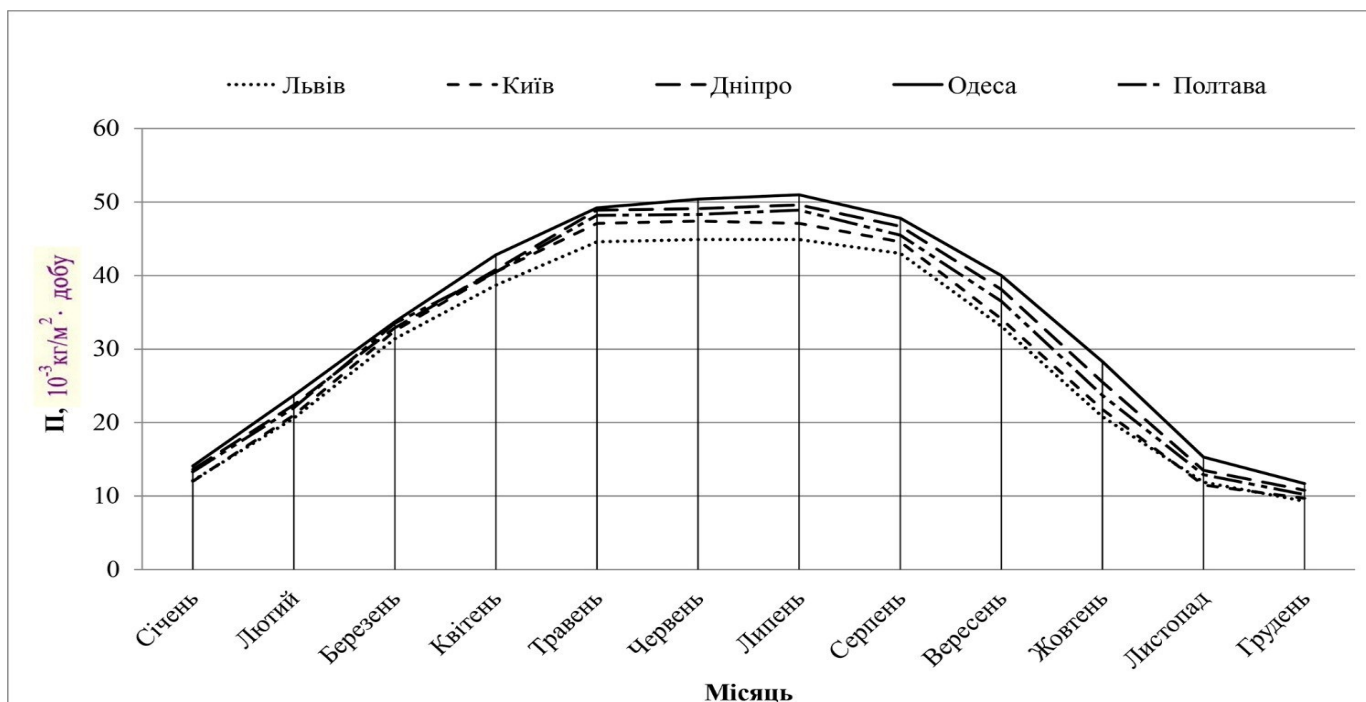


Рисунок 1.3 Масова продуктивність культивування мікробіодоростей в ареалах України

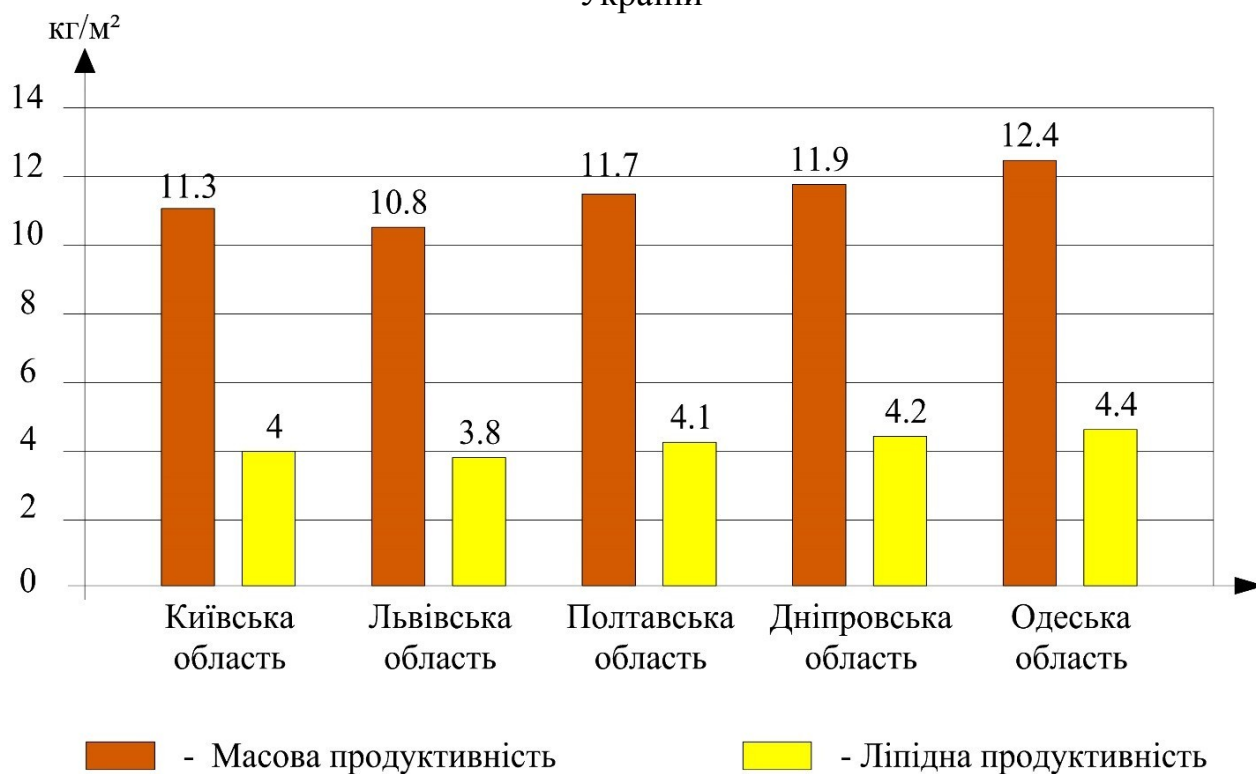


Рисунок 1.4. Ліпідна та річна масова продуктивність культивування мікробіодоростей в ареалах України, кг/м²

1.6. Висновки до розділу

Однією з ключових завдань нашого часу вважається забруднення водойм різними промисловими викидами, які несуть несприятливий вплив. Починаючи з 1950 років відбувається активне виснаження водних ресурсів України, власне що дає собою незмінні результати шкідливого антропогенного впливу. Якість в гіршу сторону властивості води в поверхневих джерелах відбувається, ключовим чином, через їх постійне забруднення препаратами антропогенного походження: поверхнево-активними препаратами, нафтопродуктами, біогенними і органічними речовинами і ін., власне що пов'язано з недостатньою глибиною очищення водойм.

Із за надмірного надходження в водойм біогенних елементів (сполук азоту, фосфору) активно розвиваються синьо-зелені водорості, що спричиняє забрудненню водойм.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ МОНІТОРИНГУ ЗА СИНЬО-ЗЕЛЕНИМИ ВОДОРОСТЯМИ ВОДОЙМ УКРАЇНИ

2.1. Екологічний моніторинг

Для розробки подій, націлених на знищення несприятливих результатів втручання людини в навколишнє природне середовище і вдосконалення екологічної ситуації, використання способів оптимізації природокористування з одержанням необхідного числа продукції при одночасному збереженні навколишнього середовища важливо необхідно організація екологічного моніторингу.

Моніторинг - це групова система досліджень, обробки збору, аналізу та класифікації інформації про стан навколишнього середовища, що дає оцінку і пророкує його зміни, створює аргументовані рекомендації для прийняття управлінських висновків.

Екологічний моніторинг (моніторинг навколишнього середовища) – групові дослідження за станом навколишнього середовища, також за компонентами природного середовища, натуральних екологічних систем, за процесами, що відбуваються в їх, явищами, оцінка та моніторинг змін стану навколишнього середовища [44].

2.1.1. Види і підсистеми екологічного моніторингу

При організації прогнозу виникає необхідність укладення декількох завдань різного значення, в наслідок чого І.П.Герасимов (1975) вніс пропозицію відрізнати 3 ступені (виду, напрямку) прогнозу: біоекологічний (санітарно-гігієнічний), геосистемний (природно-господарський) і біосферний (глобальний). Втім цей розклад в аспекті екологічного прогнозу не дає чіткого поділу функцій його підсистем, ні районування, ні параметричної організації і представляє тільки

історичну увагу.

Виділяють таку класифікацію видів екологічного моніторингу [45]:

1) За просторовим принципом:

За просторового принципу відрізняються: точковий, локальний, регіональний, державний і масовий прогноз. Кінцевий має на увазі екологічні вивчення взаємодії людини і природи в масштабах всієї біосфери. Державний, як правило, передбачає організацію прогнозу в межах однієї країни. Досить непросто безсумнівно кваліфікувати масштаби регіонального прогнозу. Локальний прогноз включає дослідження місця 1-го джерела при впливі сукупності підприємств промислової зони, муніципального освіти (міста, району).

2) За об'єктом дослідження:

- фоновий (базовий);
- імпактний;
- тематичний;
- територіальний;
- акваторіальний.

В рамках фонового моніторингу проводяться вивчення, націлені на виявлення природних закономірностей змін природних компонентів і комплексів. Під Імпактним прогнозом розуміється спостереження, оцінка та моніторинг стану природного середовища в районах розташування небезпечних і потенційно небезпечних (АЕС) джерел антропогенного впливу. Спрямований на певну тематику прогноз (тематичний) - прогноз природних компонентів, об'єктів, наприклад, лісових або ж найбільш охоронюваних природних земель. Значною мірою по явищам і методикам дослідження виділяється мережа досліджень на суші і в водному середовищі.

3) За природними компонентами:

За природним компонентам виділяється атмосферний, геологічний, гідрологічний, ґрунтовий, геофізичний, лісовий, біологічний, геоботанічний, зоологічний. Моніторинг атмосферного повітря - система спостережень за станом атмосферного повітря, його забрудненням і які відбуваються в ньому природні

явища, а також оцінка і прогноз стану атмосферного повітря, його забруднення. Аналогічно можна визначити і інші компонентні моніторинги.

4) За організаційними особливостями:

Серед спостережень виділяють міжнародний, державний, місцевий, громадський і відомчий моніторинги. До міжнародного відносяться системи оцінки прогнозу, які організовані міждержавними організаціями глобального характеру, наприклад, ООН, ЮНЕСКО, ЮНЕП і ін. Моніторинг може здійснюватися державними та муніципальними службами. Під кінець, промислові та сільськогосподарські підприємства, галузі ведуть відомчий моніторинг. Екологічний моніторинг можуть організувати окремі фізичні особи, громадські об'єднання громадян.

Підсистеми екологічного моніторингу:

Розрізняються різні підсистеми екологічного моніторингу, такі як: геофізичний моніторинг (аналіз даних за забрудненням, каламутності атмосфери, досліджує гідрологічні та метеорологічні дані середовища і також вивчає елементи неживої складової біосфери, та в тому числі і об'єктів, що створені людиною); кліматичний моніторинг (служба прогнозу і контролю коливань кліматичної складової системи. Він охоплює таку частину біосфери, що має вплив на формування клімату: океану, атмосфери, крижаний покрив та ін. Кліматичний моніторинг тісно пов'язаний з гідрометеорологічними спостереженнями.); біологічний моніторинг (створений на основі спостереження за дією реакції живих організмів на забруднення зовнішнього середовища); моніторинг здоров'я населення (низька системних заходів із аналізу спостереження, прогнозу і оцінки фізичного стану здоров'я населення) та ін.

У загальному вигляді даний процес екологічного моніторингу можна буде представити такою схемою: навколишнє середовище (або конкретний об'єкт середовища) -> вимірювання параметрів всілякими підсистемами моніторингу -> збір та передача інформації -> обробка і потім представлення даних (формування узагальненої оцінки), прогнозування. Дана система екологічного моніторингу призначена для обслуговування таких систем управління якістю навколишнього середовища (надалі «система управління»). Отримана інформація про стан

навколишнього середовища, представлена в системі екологічного моніторингу і використовується системою управління для усунення або запобігання негативної екологічної ситуації, також для оцінки несприятливих наслідків зміни стану навколишнього середовища та для розробки прогнозів соціально-економічного розвитку і розробки програм в колі екологічного розвитку та охорони довкілля.

В системі управління можна також виділити три підсистеми: управління виконанням рішення (наприклад, адміністрація підприємств), виконання рішення за допомогою різних технічних або інших засобів, прийняття рішення (надається спеціально уповноважений державний орган).

Підсистеми екологічного моніторингу діляться по об'єктах спостереження. Оскільки компонентами навколишнього середовища є вода, повітря, енергетичні та мінерально-сировинні, біоресурси, ґрунт та ін., то надається відповідні їм підсистеми моніторингу. Але підсистеми моніторингу не мають єдиної системи показників, єдиного районування територій, єдності в періодичності відстежуючи і ін., що унеможливорює впровадження розумних заходів при управлінні екологічним станом та розвитком територій []. Для цього при прийнятті рішень важливо орієнтуватися не тільки на дані «приватних систем» моніторингу (моніторингу ресурсів, гідрометеослужби, біоти, соціально-гігієнічного, та ін.), а створювати на їх основі комплексних систем екологічного моніторингу.

2.1.2. Рівні моніторингу

Моніторинг є багаторівневою системою. В хронологічному аспекті зазвичай бувають виділяють системи (або підсистеми) локального, регіонального, детального, глобального і національного рівнів [46].

Нижчою ієрархічним рівнем виступає рівень детального моніторингу і він реалізується в межах невеликих територій (ділянок) і т. д.

При об'єднанні систем різного детального моніторингу в більш великий обсяг, а згодом і в більш крупну мережу (наприклад, в межах району і т. д.), потім утворюється система моніторингу локального рівня. Локальний моніторинг має

призначення: забезпечити оцінку змін системи на великій площі: території району, міста.

Локальні системи можуть об'єднатися в більші – системи регіонального моніторингу, які охоплюють території регіонів в межах області або краю, або в межах декількох з них. Дані системи регіонального моніторингу, оброблюючи дані мереж спостережень, які розрізняються за параметрами, періодичністю, територіями відстеження підходами, давати прогнози їх розвитку, є змога адекватно формувати комплексні оцінки стану територій та створювати прогнози їх розвитку.

Безлічі регіональних прогнозів можуть зливатися в межах 1-єї країни в єдину національну (або муніципальну мережу моніторингу, утворюючи, таким чином, державний рівень) системи моніторингу. В рамках екологічної програми ООН поставлено завдання об'єднання державних систем прогнозу в єдину міждержавну мережу - «Глобальну систему моніторингу навколишнього середовища». Це найвищий масовий ступінь організації системи екологічного моніторингу. Її призначення - втілення прогнозу за змінами в навколишньому середовищі на Землі і її ресурсами в цілому, в масовому масштабі. Масовий моніторинг – це система стеження за станом і прогнозування можливих змін загальносвітових процесів і явищ, охоплюючи антропогенний вплив на біосферу Землі в цілому. Поки ж створення такої системи в повному розмірі, діяльної під егідою ООН, вважається завданням майбутнього, наприклад як майже всі країни не мають ще особистих державних систем.

Масова система моніторингу навколишнього середовища і ресурсів покликана залагоджувати загальнолюдські екологічні проблеми в рамках всієї Землі, такі як проблема зберігання озонового шару, масове потепління клімату, моніторинг землетрусів, масове опустелювання, збереження лісів і ерозія основ, повені, припаси харчових і енергетичних ресурсів та ін. Можливим прикладом такої підсистеми екологічного прогнозу являє собою обсерваційну мережу сейсмомоніторингу Землі, функціонує в рамках Міжнародної програми контролю за зародженням землетрусів та ін.

2.1.3. Програма моніторингу довкілля

Науково обґрунтований моніторинг НПС виконується відповідно до програми прогнозу навколишнього середовища. Дана програма повинна мати в собі спільні цілі організації, що були зазначені стратегіями його проведення і механізмами реалізації. Основними елементами таких програм прогнозу навколишнього середовища вважаються [47]:

- список об'єктів, що опинилися під контролем з їх жорсткою територіальною прив'язкою (хорологічна організація моніторингу);
- список доступних характеристик контролю і дозволених областей їх конфігурації (параметрична організація моніторингу);
- короткочасні масштаби – частота і час представлення даних, періодичність відбору проб (хронологічна організація моніторингу).

Крім такого, в додатку до існуючої програми прогнозу повинні бути зроблені карти, таблиці, схеми, із зазначенням дати, простору і способу відбору проб та подання даних.

2.1.4. Інтерпретація і представлення даних

Інтерпретації даних екологічних моніторингу, в тому числі і отримані від добре продуманої, багаторівневої програми, вважаються нерідко різноплановими. Дуже часто є підсумки аналізу або ж «упереджених результатів» прогнозу, чи досить спірне впровадження статистики, яке має показати коректність різних точок зору даних. Це відмінно видно, наприклад, в трактуванні глобального потепління, коли прихильники кажуть, власне що ступінь CO_2 виріс на 25% за останні 100 років, в той час як люди з зворотною думкою кажуть, власне що ступінь CO_2 лише тільки піднявся на одну невелику частину – 1%.

У нинішніх науково-обґрунтованих програмах прогнозу навколишнього середовища був представлений ряд показників якості, які можуть інтегрувати важливі обсяги великих оброблюваних даних, систематизувати їх в одні прості дані

та інтерпретувати значення інтегральних оцінок. Так, наприклад, в Англії застосовується система GQA. Такі спільні оцінки якості систематизують річки аж на 6 груп по біологічним і хімічним аспектам.

Для прийняття висновків використати оцінку в системі GQA більше комфортно, ніж великою кількістю отриманих дуже часто характеристик.

2.1.5. Системи дистанційного зондування

У програмах прогнозу широко застосовується дистанційне зондування навколишнього природного середовища з впровадженням літаків або ж супутників, забезпечених багатоканальними датчиками.

Дистанційне зондування допомагає зберігати і колекціонувати дані про недоступних або ж небезпечних районах. Використання і застосування дистанційного зондування включають моніторинг багатьох галузей в які включають: результати лісів, результати впливу конфігурації клімату на льодовики Антарктики і Арктики, дослідницьких роботах океанських і прибережних глибин.

Дані з орбітальних платформ і орбіталей, отримані зі всіляких частин електричного діапазон, що складають собі в поєднанні з наземними даними і дають змогу інформації для контролю тенденцій прояви природних і антропогенних, довготривалих і короткострокових явищ. Також інші галузі використання можуть включати в себе управління природними ресурсами та планування застосування землі, а також ще всілякі галузі наук про Землю.

2.2. Метод моніторингу за допомогою використання космічних систем дистанційного зондування Землі

Одним з найважливіших рубежів реалізації екологічного контролю вважається дистанційний прогноз площині Землі, що дає змогу побачити і проаналізувати велику кількість даних, що забезпечують в свою чергу об'єкти спостереження від спутникових зйомків. На сучасному рубежі вивчення Землі, у всьому світі ведуться,

виповнюється з впровадженням великомасштабних систем дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Завдяки більш інформативного способу для укладення завдань дистанційного вивчення площині Землі з космосу саме вважається тематичний тест зображень в різних спектральних діапазонів, які придбані бортовим особливим ансамблем галактичних апаратів (КА) ДЗЗ [48]. Бортові особливі ансамблі (БСК) КА ДЗЗ мають можливість пахнути весь ряд пристроїв дистанційного дослідження (тепловізори, радіолокатори, радіометри, оптико-електронні прилади), І в такій залежності від призначення галактичної системи та можливих поставлених перед ним завдань приймають важливі рішення. І не забувають брати до уваги дані прилади, що не рахують виконання цільового призначення можуть отримати багатосторонню геофізичну інформацію, що потрібна для оцінки стану навколишнього середовища і для природно-ресурсних вивчень земної поверхні.

Одним з самих важливих як в науковому, наприклад, так і в прикладному плані завдання сучасної екології є моніторинг навколишнього довкілля та середовища, яке повинно забезпечувати [48]:

- спостереження за чинниками негативної та вразливої дії на стан навколишнього середовища і також стан дії на довкілля;
- контроль та оцінка фактичного його стану, що дає можливість моніторингу зміни під впливом природного довкілля для природних і антропогенних чинників;
- виявлення ймовірної загрози охоплюючи оцінку техногенних і природних моментів появи ймовірних надзвичайних ситуацій, що дають негативні екологічні наслідки.

В даний момент активно впроваджуються ситуаційні центри, що зображено на рис 2.1(А) і мають технічно-програмні засоби, науково-математичних способів і інженерні укладень для автоматизації процесів відображення, моделювання та аналізу ситуацій і управління даними в цілому. Але лиш існуючі центри, що є в даний момент, дають змогу резюмувати прецедент процесів, які можуть відбуваються в приземної атмосфері, аква і земних поверхнях або ж таких процесів антропогенного впливів. При цьому в найкращому випадку є подібні вибіркові

прогнозування результатів конфігурації даних навколишнього середовища. Все це ставиться на ряд з розвитком інформаційних технологій, відбувається, діяльно-розробляються і можуть застосовуватися географічні інформаційні системи (ГІС), програмні ансамблі обробки космічних знімків (ПКО КЗ), які використовують існуючі «оброблені» космічні знімки (отримані з мережі Internet, або ж з баз даних знімків), з яких не просто «витягнути» допоміжну інформацію [49]. І це вже в свою чергу, призводить до ускладнення і більш об'ємних алгоритмів обробки і визначення об'єктів та їх виділення на загальному тлі. Їх ставлять в одному ряду з даними з науковими установами (центрами), зображено на рис. 2.1(Б), які у власному випадку втілюють в життя спрямовану на певну тематику і певну категорію обробку інформації відповідно до профілю своєї установи. Це виділяє можливість отримувати дані з уже наявної наземної екологічної мережі на базі існуючих фізико-хімічних способів оцінки стану навколишнього середовища і середовища, що були запропоновані раніше.

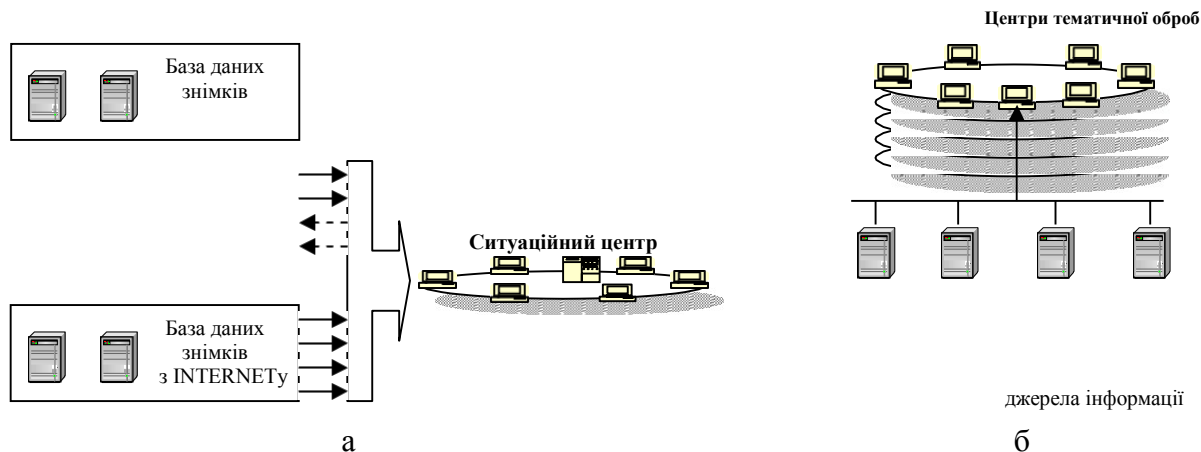


Рис. 2.1. Система моніторингу та контролю в даний момент: а – системи моніторингу за допомогою використання космічних знімків; б – система контролю на основі центрів обробки інформації (проведення експертиз) за допомогою різноманітних джерел

Перехід до більш достовірного екологічного прогнозу та здійснення

контролю якості навколишнього середовища можливий тільки лише за таких умов всебічної обробки інформації на базі розширення списку засобів виміру, оцінки одиничних і масових характеристик забруднення, а ще впровадження всіляких способів біотестування з передовими надійними способами швидкої ідентифікації речовин, які викликають токсичність, а ще обробка даних з використанням ГІС та ПКО КЗ. Для цього, щоб прийняти раціональний висновок потрібно інтегральна оцінка властивості атмосфери, землі, води різними способами. Цим чином, стає необхідність оперативної всеохоплюючої обробки всіляких джерел, які покажуть точну «картину» того, як все відбувається. В наслідок цього потрібно застосувати всілякі способи, у тому числі і біотестування, який не заміщає кількісний хімічний тест, а лише доповнює його і ще методи втілення прогнозу та контролю за якістю , земної поверхні, водних джерел, приземної атмосфери.

Проаналізувавши літератури [50-52], а ще організаційно-технічних заходів по втіленню в життя екологічного прогнозу і контролю зарекомендував, власне що система управління в загальному випадку має можливість бути зображена в вигляді структурної схеми на рис. 2.2, яка втілить в життя оцінку фактичного стану середовища або ж навколишнього середовища.

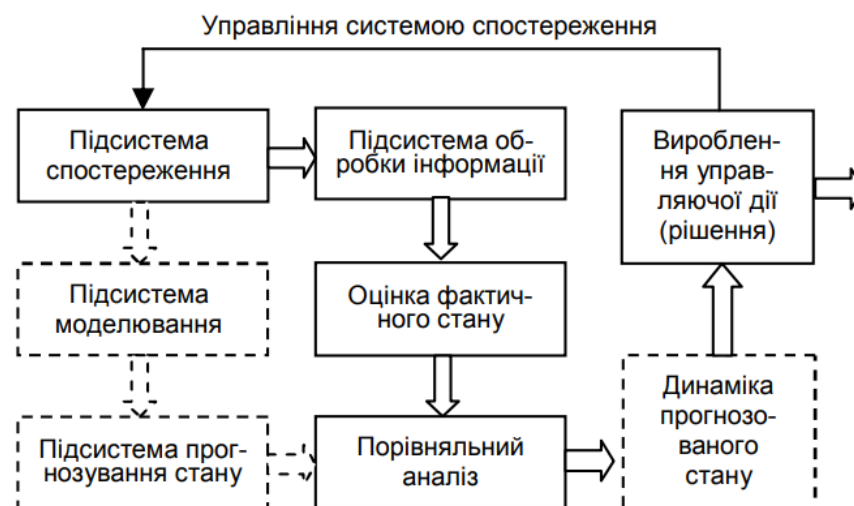


Рис. 2.2. Схема структурної системи по управлінню контролю та екологічного моніторингу

При цьому провідними структурами системи управління для раціонального прийняття укладення зобов'язані бути: підсистема дослідження, підсистеми обробки і збору інформації, підсистема оцінки фактичного стану, підсистема вироблення управляючого впливу, а ще підсистема зрівняльного аналізу отриманих даних з теоретичними статичними даними. Втім надана система управління не стане видавати відповідний висновок внаслідок того, власне що немає неупередженої «картини». Приділяється увага до необхідності проведення прикладних екологічних задач, стає необхідність створення комплексу екологічного прогнозу та контролю для дослідження за водною та земною поверхнею, а ще про якість атмосферного шару Землі на базі контролю та оперативного вироблення висновків у разі потреби, беручи до уваги все вище сказане. В цьому випадку при синтезі комплексу екологічного прогнозу і контролю при союзі мають бути систем, що вже існують і матиме вигляд структурної схеми яка представлена на рисунку 2.3.

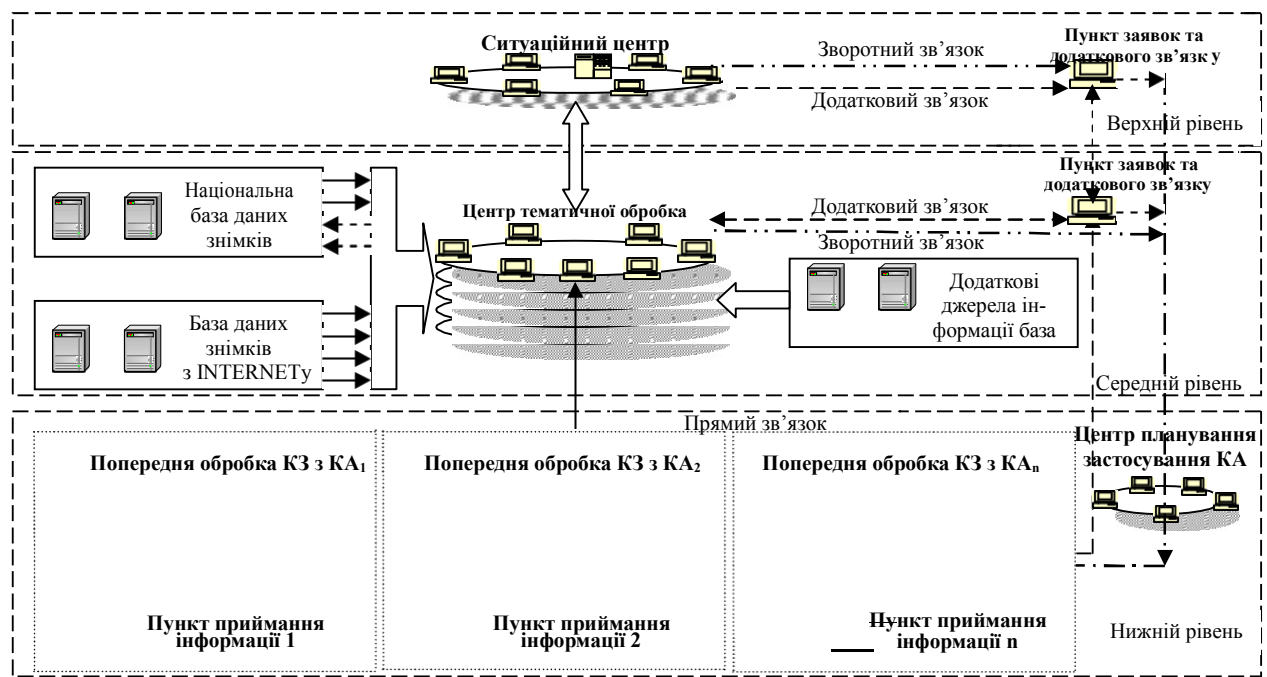


Рисунок 2.3. Схема структурної інфраструктури комплексного екологічного контролю та моніторингу

Таким чином, даний комплекс екологічного моніторингу і контролю зобов'язаний збирати і класифікувати, розбирати інформацію, допомагати і робити висновки, а в разі потреби та змоги, передбачати подальшу об'єктову. При цьому в залежності від спожити КЕМК зобов'язаний пропонувати, можливу, інформацію:

- на тему “Стан навколишнього середовища”;
- на тему “Причини підставних спостережуваних та можливих змін стану (тобто на тему причини їх впливу та джерела);
- на тему “ Допустимість змін та навантаженості на середовище в цілому, яке дає воно”;
- на тему “Чи мають в наявності бути резерви біосфери”.

Комплекс екологічного моніторингу та контролю має склад з 3-ох важливих значень та параметрів.

У найнижчий рівень мають входити пункти сприймання інформації супутника наземними станціями, підтримуються наземними радіотехнічними станціями (комплексами). Наземні станції, що знаходяться в зоні видимості супутника приймають і аналізують зображення земної поверхні. На станціях Землі спосіб сприймання супутникової інформації береться до уваги демодуляція, спосіб, початкова обробка та підготовка переходу проаналізованих супутникових даних до введення в персональний комп'ютер пункту способу інформації.

В останнє десятиліття активно розвивається структура станцій способу приймання супутникових даних, що з'єднуються в наземну інфраструктуру регіонального екологічного прогнозу (моніторинга). В оперативному режимі нескінченних досліджень трудяться наземні станції способу даних від всіляких супутників розкритого борту (для рішення оперативних завдань), а ще з космічних апаратів ДЗЗ (згідно угод або ж укладення головних завдань держав). При цьому місце способу інформації реалізувати абсолютний цикл справ від розрахунку траєкторій супутників, способу і організації зберігання отриманих даних до початкової обробки даних супутника в межах декількох годин згодом після отримання.

Крім цього на наданому рівні перебуває центр планування використання КА, в

якому трапляється цикл справ пов'язаний з підбором важливого (оптимального) КА (в залежності від БСК), а ще ведеться прогнозування траєкторних задач супутників.

На середньому рівні представлена середина спрямованої на певну тематику обробки. Ще на даному рівні присутні: Державна основа бази даних космічних знімків; база даних космічних знімків, що опинилися на геопорталі, до яких виповнюється доступ крізь комп'ютерну мережу INTERNET; допоміжні інформатори даних для проведення екологічного моніторингу та контролю.

На верхньому рівні представлений ситуаційний центр обробки даних, в якому на базі візуалізації глибокої аналітичної та оперативної обробки інформації яка надходить виповнюється прийняттям управлінських висновків. При даному відповідно до покладених на КЕМК функцій, прогноз (моніторинг) має 3 провідні спрямованості роботи:

- нагляд за причинами впливу та станом середовища;
- оцінка фактичного стану середовища;
- моніторинг (прогноз) стану природного середовища та оцінка передбачуваного стану.

З огляду на особливості завдань, що вирішує система дослідження, а ще провідні напрямки роботи КЕМК, можливо запропонувати впровадження космічних систем дистанційного зондування Землі, що роблять приватні завдання за прогнозом по середовищу і навколишнього середовища, земною поверхнею і об'єктами Землі на базі використання всіляких засобів електронно-оптичних систем на борту КА.

При цьому в КЕМК будуть вирішуватися головні завдання:

- нагляд за джерелами антропогенного впливу;
- нагляд за чинниками антропогенного впливу;
- нагляд за станом природного середовища та процесами, які відбуваються в ній, під дією моментів антропогенного впливу;
- оцінка реального стану природного середовища;
- моніторинг зміни стану природного середовища під дією моментів дії антропогенного впливу та оцінка передбачуваного стану середовища природи.

Характер і пристрій узагальнення інформації про екологічну побут при її

переміщенні по ієрархічним рівнях системи екологічного прогнозу та контролю орієнтуються з підтримкою думки інформаційного портрета обстановки в екології. Кінцевий являє собою сукупність графічно представлених просторово розподілених даних, які характеризують екологічний стан на конкретній землі, разом з картоосновою території.

2.3. Метод моніторингу з використанням БПЛА

Одним з перспективних інструментів, які застосовуються в екологічному прогнозі, вважається БПЛА. Можна сказати, що з підтримкою БПЛА зводять 3D-моделі, цифрові моделі та ортофотоплани, які досить бувають економічно прибутковими і комфортними в проекті економії часу і коштів.

За можливістю отримання безпілотні технології стають ближче до рівня домашніх технологій. В даний момент прогрес розвитку цивільних безпілотних систем має високий темп зростання, з цього формується свіжа промисловість пропозицій.

Цей вид повітряного прогнозу (моніторингу) чудово підходить для аналізу природних ресурсів і дає унікальну можливість відслідковувати зміни в застосуванні земельного фонду. Тест способів моніторингу дозволяє кваліфікувати конкретні видатні якості і дефекти в різних проміжках таблиця 2.1.

Таблиця 2.1

Тест способів екологічного моніторингу

Метод моніторингу	Переваги	Недоліки
1	2	3
Наземні виміри	Є можливість більш детального вивчення, має високу точність отриманих результатів дослідження	Обмеженість спеціальної техніки і людських ресурсів
Аерофотозйомка	Розмір справ, які виконуватимуться одним виконавцем збільшується, а ціна	

1	2	3
	справ знижується на 15-20% (в порівнянні з наземними вимірами). Аероплан має можливість літати нижче хмари або ж повторити політ на прийдешній день. Цілком ймовірно отримати зображення з просторовими розрізненнями до декількох сантиметрів.	Висока ціна оренди літальних пристроїв, як наслідок невисока періодичність дослідження. Трудомісткість і гігантські витрати при обробці результатів.
Космічна зйомка	Гігантська смуга огляду. В один момент отримання зображень у видимому і інфрачервоному проміжках. Найвища періодичність дослідження. Швидкість і комфорт обробки цифрових даних.	Залежність від кліматичних умов (хмарність) в оптичних діапазонах. Найвища вартість всепогодних (радіолокаційних), а саме космічних знімків

Звичайний метод аерофотозйомки землі враховує впровадження великих за розмірами пілотованих літаків, що на початку має на увазі важливі витрати і накладає ряд обмежень по причині його габаритів і залежності від кліматичних умов. Впровадження компактних БПЛА містить велику кількість переваг і перевершує звичайний спосіб зйомки з літака за рахунок оперативної підготовки запуску БПЛА та можливості швидкого розгортання (відсутність потреби в особливих посадково-злітних майданчиків). Ймовірність літати при малій височини в 150-200 м дозволяє перебувати нижче звичайного хмарного покриву. Окрім цього, найвищу просторову відмінність на території дозволяє побачити дрібні подробиці рельєфу і об'єкти. Організація супер ефективного управління БПЛА виповнюється при застосуванні наземного інформаційного комплексу, оснований на обчисленні координат невагомого об'єкта по відомому значенням базису і вимірюваним відстаням до літального апарату, який дозволяє виготовляти обчислення поточних координат. А щоб забезпечити даній продуктивності виконання завдань пов'язаних з виконанням екологічного прогнозу в всіляких критеріях використовується

резервування складових з високим рівнем надійності, а ще системи вбудованого контролю [53], зображено на рис. 2.4.

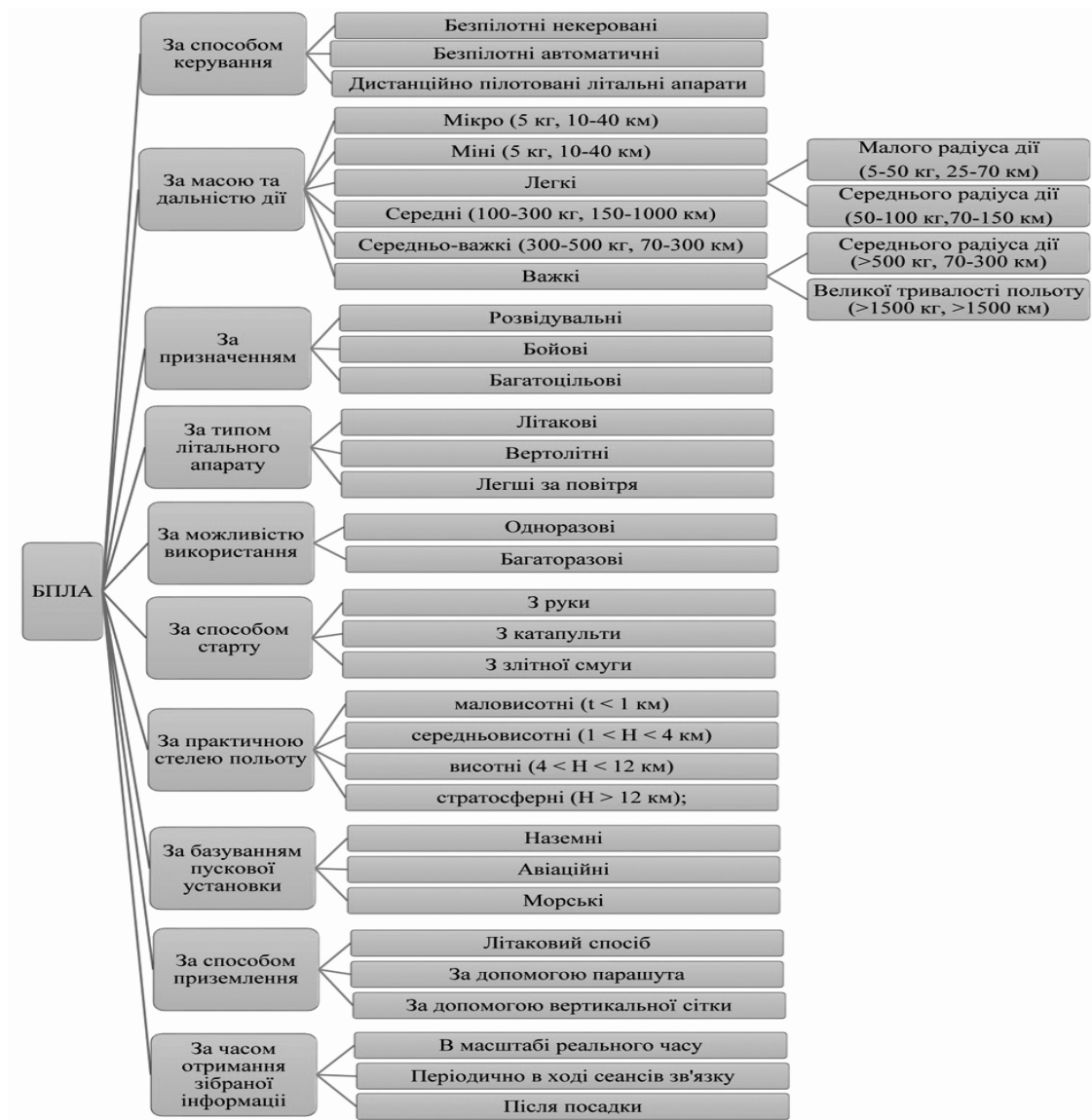


Рис. 2.4. Класифікація БПЛА

Управління в природокористуванні, основане на підсумках дешифрування аерофотоматеріалів (дослідження території об'єктів по аерофотографічних знімках), дозволить спростити і прискорити виробничий процес без шкоди якості виготовлення. Тим більше потрібними БПЛА вважаються під виконання завдання по спостереженнях і прогнозу, що використовують конкретні види апаратури [54]:

Види особливої апаратури БПЛА:

- аналогові телевізійні (ТБ) системи;
- панорамні АФА;
- кадрові аерофотоапарати (АФА): багатооб'єкційні або ж планові;
- лінійкові скануючі цифрові відеокамери;
- матричні кадрові цифрові відеокамери;
- гіперспектральні або ж лінійкові багато цифрові відеокамери;
- інфрачервоні (ІЧ) скануючі системи далекого (довжина хвилі 8...14 мкм) і (або) середнього (довжина хвилі 3...5 мкм) інфрачервоного спектральних діапазонів;
- радіолокаційні станції бокового огляду з синтезованою апертурою антени (РСА);
- лазерні сканери.

При дослідження водних об'єктів наявність в них синьо-зелених водоростей БПЛА допомагають заощаджувати кошти та час завдяки програмі, яка веде його по запрограмованому маршруті і аналіз знімків допомагає побачити, де є присутні даний вид водоростей, таблиця 2.2.

Таблиця 2.2

Переваги використання БПЛА при вивченні водних об'єктів на наявність синьо-зелених водоростей

Переваги методу	Предмет удосконалення та доповнення звичних методів
1	2
Точність і інформативність	Можливість мати картину про просторову варіабельність водних показників та їх динаміку безперервно і точно, в кожній точці водного об'єкту. Велика кількість інформативності матеріалів та мало значні втрати інформації при картографуванні та обробці.
Оперативність	Можливість своєчасно та швидко реагувати на наявність небажаних об'єктів (водорості, рослини або ж інших елементів), і здатність налагодження даних спостережень за тими чи іншими характеристиками водних об'єктів
Оглядовість	Можливість охоплювати величезні території з високою точністю

1	2
Економічна ефективність	Заощадження великих кількостей коштів (за рахунок меншої кількості польового періоду і частини лабораторної та аналітичної роботи)
Невтручання в водні процеси	Неруйнівний спосіб збору потрібної інформації о присутніх в водному середовищі синьо-зелених водоростей
Об'єктивність	Незалежність певної інформації від методів первинної обробки та уподобань дослідника

2.3.1. Послідовність дій моніторингу за допомогою БПЛА синьо-зелених водоростей у водоймах

Метод моніторингу за допомогою БПЛА поділяється на декілька етапів:

- завдання екологічного моніторингу;
- застосування технічних засобів для моніторингу (вибрати кількість потрібних БПЛА, можливість обчислювальної техніки для вимірювання певних параметрів, маршрут для дослідження);
- визначення технічних засобів забору даних;
- вимірювання даних;
- обробка даних;
- зрівняння отриманих даних з екологічними стандартами;
- аналіз теперішніх показників;
- прогнозування нинішнього стану навколишнього середовища.

В моєму випадку я досліджую можливість наявності синьо-зелених водоростей у водоймах України. Для цього я пропоную застосовувати БПЛА з використанням таких модулів: іч-камера, відеокамера переднього огляду, денна камера, передавальна апаратура, гіростабілізований блок для іч. та відеокамери – це з основного цільового навантаження, з основного бортового управління – система управління, компас, блок Gps, автопілот, обчислювач, датчики кутового положення, висотомір, інерціальна навігаційна система, бортовий комп'ютер.

За допомогою отриманих даних і їх аналізу, можна буде визначати місце осередку розростання водоростей, їх кількість, щільність, колір (в значимості від відтінків кольорів, буде зроблений висновок про вид водоростей і ступінь їх розповсюдження, чим яскравіший колір, тим краще водорості продукуються і розповсюджуються). Потім сказати, як правильно застосувати метод “ Біоплато” для припинення розростання водоростей і очистки водойми від їх наявності.

2.8. Висновки до розділу

Таким чином, можна виділити використання БПЛА ефективним в даний час, за рахунок своїх універсальних можливостей. Окрім визначення осередка розростання синьо-зелених водоростей він має можливість робити знімки широкого масштабу. Після їх аналізу визначати: тип водоростей, кількість, щільність, колір їх. Слідкувати за іншими показниками водойм за якою проводиться моніторинг.

Розділ 3

МЕТОДИ ОЧИСТКИ ВІД СИНЬО-ЗЕЛЕНИХ ВОДОРОСТЕЙ ВОДОЙМ УКРАЇНИ

3.1. Класифікація методів та способів очистки води

Різноманіття всіляких забруднювачів породжує не найменше різноманіття методик очищення води від них. Що не менше, їх все можна розділити на групи за принципом дії. Цим чином, більш загальна класифікація методів очистки виглядає наступним чином:

- біологічні;
- хімічні;
- фізичні;
- фізико-хімічні;

Будь-яка з груп методик включається в себе велику кількість певних різновидів реалізації процесу чистки і його апаратного оформлення. Наприклад ж потрібно брати до уваги, що очистка води, як правило, - це групове завдання, яке вимагає для власного вирішення композиції всіляких методик для досягнення максимальної продуктивності. Комплексність завдання чищення обумовлюється характером забруднення - як правило в якості небажаних компонентів виступає весь ряд речовин, які вимагають різного підходу. Установа очищення, яка базується на одному методі, як правило зустрічаються в тих випадках, коли вода здебільшого забруднена одним або ж кількома речовинами, дієва відділення яке цілком ймовірно в рамках 1-го методу. Як приклад можна привести стічні води всіляких виробництв, де хімічний і кількісний склад забруднювачів завчасно відомий і не виділятися великою різноманітністю.

3.1.1. Фізичний спосіб очистки води

В основі роботи фізичних методик очищення води лежать всілякі фізіологічні явища, які застосовуються для впливу на воду або ж містяться в ній забруднення. При чищенні величезних розмірів води ці способи застосовуються здебільшого для видалення досить великих жорстких підключень і виступають в якості підготовчої стадії жорсткої чистки, покликаної знизити навантаження на подальші стадії тонкого очищення. У той же час є ряд фізичних методів, здатних проводити ґрунтовне чищення води, але, як правило, продуктивність цих способів мала.

До головних фізичних способів очищення води відносять [55]:

- ультрафіолетова обробка;
- відстоювання;
- фільтрування (в тому числі відцентроване);
- проціджування.

Проціджування дає собою пропускання води, що очищається крізь всілякі решітки та сита, на яких трапляється затримання великих забруднювачів. Даний спосіб відноситься до жорсткого чищення і нерідко виступає в якості підготовчої стадії. Його призначення - видалити з очищуваної води просто відокремлювані забруднювачі для зниження навантаження на очисні споруди і гарантувати функціональність подальших установок тонкого очищення, які мають всі шанси закінчитися з ладу через потрапляння великих механічних підключень.

Відстоювання полягає в відокремленні частини механічних забруднень з води під впливом гравітаційних сил, які змушують частинки спускатися на дно, утворюючи осад. Відстоювання має можливість грати як в якості підготовчої стадії чистки, на якій відокремлюються більш великі забруднювачі, так наприклад, і в якості проміжних стадій. Цей процес виконується в відстійниках - резервуарах, забезпечених приладами для видалення осаду, час присутності води в яких розраховується з обставини повного осадження всіх забруднюючих частинок, які зобов'язані бути розділені [56].

Фільтрування базується на проходженні води, що очищається крізь пористий

шар фільтруючого матеріалу, на якому трапляється затримання частинок конкретного обсягу. За власним принципом фільтрація ідентична з проціджуванням, втім з її допомогою можна проводити як зухвалу, наприклад і делікатну чистку. Фільтрація дозволяє видаляти такі забруднювачі як мул, пісок, окалина, а ще всілякі тверді підключення об'ємом в кілька мікрон. Окрім такого, з підтримкою фільтрації можливо покращити органолептичні властивості води. Механічна фільтрація здобула широке поширення, як у великих установках водоочистки, так наприклад і в домашніх фільтрах маленької продуктивності.

Ультрафіолетова знезараження води, хоч і не робить саму чистку, але активно використовується в процесі водопідготовки і полягає в обробці вже розчищеної води ультрафіолетовою частиною діапазону світла (зокрема застосовується спектр хвиль з довжиною 200-400 нм), невидимою для людських очей, з метою знезараження води. Смерть живих організмів під цим випромінюванням починається здебільшого внаслідок пошкоджень молекул ДНК і РНК, власне що викликано реакціями, що утворюються в їх структурі. Перевагою такого методу знезараження вважається свобода процесу від складу води і збереження цього складу згодом після УФ обробки. Що не менше потрібно брати до уваги присутність у воді твердих домішок, здатних надавати відбивчий ефект по відношенню до випромінювання [57].

3.1.2. Хімічний спосіб очистки води

Способи чищення даної категорії засновані на хімічних сприйняттях конкретних препаратів (реагентів) з забруднювачами, в результаті чого 2-і або розпадаються на нешкідливі складові, або перебігають в інше положення (наприклад, утворюють нерозчинні сполуки, що випадають в відокремлюваний осад). Не звертаючи увагу на це, не велике різноманіття ймовірних забруднювачів і хімічних реакцій, в які ці забруднювачі можуть вступати, виділяють ряд методик чищення, принципово відрізняючихся за типом хімічної взаємодії:

- відновлення;
- окислення;

- нейтралізація.

Нейтралізація полягає в, як зрозуміло з назви, втіленні в життя процесу нейтралізації, при якому трапляється вирівнювання кислотно-лужного балансу за рахунок взаємодії кислот і лугів з наступним утворенням належних солей і води. Нейтралізацію проводять як шляхом змішування вод які очищуються з кислотним і лужним середовищем, так наприклад і шляхом додавання реагентів, які створюють у воді середу конкретної реакції (кислотної або ж лужної). Для нейтралізації кислих стоків як правило використовують аміачну воду (NH_4OH), гідроксиди натрію і калію (NaOH і KOH), кальциновану соду (Na_2CO_3), вапняне молоко ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) і т.д. У разі лужних стоків використовується всілякі суміші кислот, а ще кислі гази, що мають ці оксиди як CO_2 , SO_2 , NO_2 і т.д. В якості кислих газів як правило використовують гази, які пропускають крізь воду, які очищаються, при цьому не заважаючи на це виповнюється процес очищення і самих газів від жорстких підключень [58].

Окислення і відновлення ще застосовується для очищення води від всіляких забруднюючих речовин, але на практиці відповідність їх застосування сильно зміщено в бік окислювачів. Не звертаючи уваги на те, що в реакції нейтралізації ще проходять паралельні процеси окислення і відновлення, цей спосіб виділяється впровадженням важливо більше сильних окислювачів і відновників бо цільові забруднювачі просто не стануть вступати в реакцію з препаратами, застосовуваними в способі чищення нейтралізацією. З їхньою підтримкою проводять знешкодження всіляких отруйних препаратів, і ще препаратів, які тяжко виходять із води іншими методами. Втіленням у життя реакцій окиснення досягається переведення отруйних забруднювачів в найменш отруйні або ж нетоксичні форми. Ще за рахунок застосування сильних окислювачів досягається крах мікробів, внаслідок окислення їх клітинних структур. Часто використовуються окислювачі, що містять хлор: газоподібний хлор (Cl_2) а ще всілякі хлор сполуки, такі як діоксид хлору (ClO_2), гіпохлорид калію, натрію і кальцію (KClO ; NaClO ; $\text{Ca}(\text{ClO})_2$). Крім цього користуюся перекис водню (H_2O_2), перманганат калію (KMnO_4), озон (O_3), кисень (O_2), дихромат калію ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) і т.д.

Хлорування, тобто обробка води які містять хлор сполуки, як процес відмінно

відпрацьований і широко використовується в водопідготовці. Обробка хлором має ще пролонгованим антибактеріальним впливом, власне що особливо важливо при водопостачанні в умовах зношених трубопроводів, де має можливість відбуватися вторинне забруднення води. Крім такого, реагенти для хлорування порівняно дешеві й доступні. У той же час у цього способу є ряд дефектів, які спонукають знаходити альтернативи даному способу. У деяких випадках побічні сполуки, які виникають згодом хлорування, можуть бути не менш отруйними, не рахуючи такого самого, що хлор вважається отруйною речовиною, в наслідок цього буде потрібно ретельно дотримуватися кількості дозування під час хлорування. У автентичний момент все більшого поширення набуває обробка води озоном (озонування), тому що ефективність цього способу неодноразово перевершує хлорування, озон не сформує небезпечних сполук і з періодом розпадається на безпечне сполуку – кисень (O_2), завдяки чому передозування озону не тягне за собою непотрібних і небезпечних наслідків. Широкому поширенню озонування заважає лише тільки техно і фінансові труднощі його отримання в достатній кількості, а ще вибухонебезпечність озону, власне що вимагає дотримання жорстких правил захищеності на очисних спорудах [59].

3.1.3. Фізико-хімічні методи очистки води

Як видно з назви, способи очищення води даної категорії поєднують в собі фізичні і хімічний вплив на забруднювачі води. Вони досить різноманітні і використовуються для видалення всіляких речовин. В тому числі розчинені гази, дрібнозернисті водянисті або ж тверді частинки, іони важких металів, а ще всілякі препарати в розчиненому стані. Фізико-хімічні методи можуть використовуватися як на стадії попереднього очищення, так і на пізніх етапах для глибокого очищення.

Різнманіття способів даної категорії велике, в наслідок цього можна навести більш відомі з них:

- екстракція;
- сорбція;

- флотація;
- зворотній осмос;
- електродіаліз;
- термічний спосіб
- іонообмін.

Флотація, стосовно до водоочистки, являє собою процес філії гідрофобних частинок при пропущенні крізь воду величезного кількості бульбашок газу (зазвичай повітря). Характеристики проникності води забруднювача такі, власне що частинки зміцнюються на площині розділу фаз бульбашок і спільно з ними піднімаються на площину, де утворюють шар піни, який має можливість бути легко видалений. У разі якщо відокремлена крихта як виявилось, більш за обсягами ніж бульбашки, то разом вони (частка + бульбашки) утворюють наприклад таз званий флотокомплекс. Найчастіше флотацію поєднують з застосуванням хімічних реагентів, наприклад, на частинках забруднювача які сорбуються, чим досягається зниження його проникності води, або ж є коагулянтами і проводять до укрупнення частинок, що видаляються. Флотацію здебільшого використовують для очищення води від всіляких нафтопродуктів і масел, але ще можуть видалятися тверді домішки, відокремлення яких іншими методами неефективно [60].

Є всілякі варіанти здійснення процесу флотації, через що виділяють належні її типи:

- механічна;
- напірна;
- пінна;
- електрична;
- пневматична;
- хімічних і т.д.

3.1.4. Біологічний спосіб очистки води

Аналізуючи назву методу очистки, дана категорія заснована на застосуванні живих організмів. Не звертаючи уваги на очевидність способу, біоочистка вважається більш сучасним і перспективним напрямком в чищенні стічних вод. Для здійснення процесу як правило застосовуються бактерії всіляких видів, але ще це можуть бути нижчі гриби і водорості, прості і в тому числі і деякі багатоклітинні, такі як червоні черв'яки і мотиль. Однією з індивідуальностей біо способу чистки вважається можливість вибору конкретних живих організмів для гарного очищення стічних вод даного хімічного складу. Наприклад нітрофікуючі бактерії, такі як *Nitrobacter* і *Nitrosomonas*, готові окисляти азотовмісні сполуки в процесі харчування, а фосфат акумулюють організми, використовуються для очищення води від фосфору.

Скупчення мікробів, що застосовується при біоочищенні, іменується інтенсивним мулом. Він являє собою темно-коричневу або ж чорну рідку масу з землистим ароматом, яка при відстоюванні сформовує пластівці, що осідають. Завдяки цьому активний мул має можливість бути відносно просто відділений від води згодом після закінчення процесу чистки води. Самі мікроорганізми, як правило, присутні в інтенсивному мулі не окремо, а в складі колоній, іменованих зооглеєю. Залежно від складу води, що очищається і критерій проведення процесу чистки зоогля може мати різну форму: кулясту, деревоподібну і т.д.

У загальному випадку всі застосовувані в біоочистку мікроорганізми можна розділити на 2 гігантські групи, що визначають характер проведення процесу: аеробні і анаеробні. Аеробні організми споживають повітря в процесі харчування, важливий їм для окислення речовин. У свою чергу анаероби не потребують кисню. Для процесу чистки впровадження мікробів такого або ж іншого типу визначає характер проведення процесу і важливе для його втілення оснащення.

Біоочистка має можливість проводитися в належних умовах:

- біофільтри;
- поля фільтрації;

- біологічні ставки;
- метантенки.
- аеротенки (окситенки);

У перших 2-ух випадках застосовуються вкрай звичайні споруди. Біооставок - це натуральний або ж несправжній басейн з, як правило, натуральної аерацією, в якому проживають мікроорганізми інтенсивного мулу. Фон фільтрації являє собою ділянку землі (пісок, глина, суглинок або ж торф), крізь який роблять фільтрацію води і її чистку за рахунок мікробів в основі яких вони знаходяться. Споруди такого типу не здатні працювати з сильно забрудненими водами при великих витратах. В той же час вони практично не вимагають експлуатаційних витрат і постійного контролю з боку людини.

Біофільтр - це споруда, в якому чистка води здійснюється шляхом фільтрації крізь шар завантажувального матеріалу, покритого шаром аеробних мікробів, який ще іменується біоплівки. Для забезпечення необхідного числа повітря, важливого організмам для біорозкладу забруднювачів, враховується повітророзподільна система. Втім аерація має можливість реалізуватися і натуральним методом.

Аеротенк вважається більше важким очисною спорудою, в якому аерація виповнюється штучним походженням. В ньому ведеться чистка води аеробними мікробами. Перед подачею в аеротенк вода спочатку змішується з інтенсивним мулом. Аерація в аеротенках не тільки лиш насичує середу киснем, стимулюючи процеси біорозкладу забруднень, але і гарантує допоміжне змішування. Як правило для аерації застосовується атмосферне повітря, але в разі окситенків замість нього застосовується технічне кисень, власне що значимо нарощує ефективність процесу.

Біо очищення вод анаеробними організмами здебільшого ведеться в метантенках. Особливою рисою подібного очищення вважається недоступність в необхідності кисню і отримання біогазу в якості продукту життєдіяльності анаеробних бактерій. Ще в метантенках як правило подається не сама вода, а випадає в відстійниках концентрований осад, який потрібно піддати бродінню. Для інтенсифікації процесу бродіння в метантенках має можливість бути врахований допоміжний обігрів. При цьому виділяють мезофільне зброджування, що

проводиться при 30-35 °С, і термофільне зброджування, що проводиться при 50 - 55 °С. Сам процес анаеробного розкладання досить складний і проходить в кілька стадій, а на завершальній стадії трапляється утворення метану, що є екологічно чистим паливом.

Беручи до уваги все вище сказано мною, я вибрав біологічний спосіб очистки. А саме використання одного із видів біологічного методу – Біоплато, як основний, що пропоную до розгляду в даній роботі.

3.2. Використання “Біоплато” в очищенні водойм України від синьо-зелених водоростей

Використання класичних технологій біологічної очистки стічних вод обмежена через відносно великі капіталовкладення при будівництві та енергоємності технології при очищенні маленьких витрат стічних вод в ареалах без розвинених систем каналізацій. Впровадження способів натуральної біологічної очистки характеризується стабільністю якісних показників води на виході, широкими можливостями видалення біогенних складових (азоту і фосфору), невеликими капіталовкладеннями при будівництві та витратами при експлуатації, не високими концентраціями інтенсивного мулу, а ще ряд інших переваги. Інженерні споруди на подібні біоплато відносяться до більш сучасних методів натуральної біологічної очистки стічних вод, яке має широке застосування в багатьох країнах світу. Його можна застосовувати на різних видах водних об'єктів [63].

3.2.1. Класифікація систем біоплато та його особливості

Біоплато – це штучно розроблені системи чистки води, які нагадують біоставки, – знаходяться каскадом і побудовані з урахуванням відповідних фізико-хімічних і біологічних факторів процесу чистки. Є всілякі систематизації систем очищення стічних вод на спорудах типу біоплато. З точки зору інженерного проектування і з урахуванням гідравлічного розподілу струменів води, розрізняють

такі категорії споруд біоплато: поверхневі, горизонтальні інфільтраційні, вертикальні інфільтраційні і змішаного типу. Всілякі типи біоплато мають власні особливості, власне що і робить ймовірність чистки в їх різних категорій стічних вод і не тільки.

Поверхневі біоплато.

Цей образ біоплато подібний на натуральний "заболочений ландшафт", коли стічні води надходять на площину споруди, з тією відмінністю, що це штучного походження споруда, яка має системи управління, в результаті чого досягається висока ефективність очищення. До плюсів споруди варто віднести:

- невисокі фінансові витрати при будівництві;
- комфорт в управлінні і невисокі енергетичні витрати при експлуатації.

До дефектів можливо віднести: потреба в більших площах, невисоке гідравлічне навантаження і як наслідок, порівняно низьку ефективність чищення води. Надходження повітря в систему чистки виповнюється, в цілому за рахунок дифузійних процесів з атмосфери крізь кореневі органи рослини. Дієздатність надходження повітря в систему обмежена. Ефективність чистки води в спорудах наданого на подібні біоплато добре видно, коли змінюється під впливом клімату. Крім такого, влітку спостерігається масове становлення комарів і інших комах, власне що вимагає проведення спеціальних санітарних дій.

Горизонтальні інфільтраційні біоплато.

Така назва біоплато пов'язано з тим, власне що стічні води в спорудження рухаються крізь шари завантаження з 1-го кінця до іншого практично горизонтально. Спорудження вироблено від однієї або ж кількох секцій, до складу яких входять водонепроникне покриття, шари завантаження і рослини. У порівнянні з поверхневими біоплато, в даних спорудах досягаються гігантські гідравлічні навантаження і висока ефективність очищення стічних вод по БПК, ХПК, зважених препаратів, тяжких металів, а на ділянці очисних споруд буквально відсутній прикрий аромат і присутність комах. Горизонтальні інфільтраційні біоплато тим більше широко застосовуються в США, Японії, Австралії та Європі. Дефект наданого типу споруд є тільки в тому, що дієздатність видалення азоту трохи нижче, ніж у біоплато вертикального типу.

Вертикальні інфільтраційні біоплато.

У вертикальних інфільтраційних біоплато стічні води подають з площини біоплато на дно вертикально, а повітря в систему надходить за рахунок дифузії повітря з атмосфери і крізь кореневі органи рослин. Процеси нітрифікації в спорудах даного типу біоплато відбуваються краще, ніж в горизонтальних, як раз в наслідок цього імовірна очистка стічних вод, які містять азот у великих концентраціях. Дефектами даного виду біоплато вважаються важкі системи управління ходом чистки, а ще створення гарних умов для розвитку комах.

Змішані типи біоплато.

Для збільшення продуктивності очистки на практиці нерідко використовується всілякі поєднання вищевказаних типів біоплато, власне що призводить до формування в одній споруді всіляких потоків рідини.

3.2.2. Механізм видалення забруднення в спорудах типу біоплато

Аналіз літературних даних [64-66] демонструє, власне що в системі біоплато відбуваються важкі механізми видалення забруднювачів із водойм. У даній важкій системі (рослини - мікроорганізми - завантаження) відбуваються аеробні і анаеробні біологічні процеси, що супроводжуються фільтрацією, адсорбцією, осадженням, поглинанням і модифікацією рослинами біогенних складових і ін. з'єднань. Механізми видалення забруднювачів є різні. Точне обґрунтування механізму чищення містить величезний сенс для оптимізації технологічних характеристик проектування біоплато.

На площині завантаження і корневих органів рослини в біоплато з'являється біоплівка, в якій розвиваються всілякі мікроорганізми, а завдяки особливості надходження повітря в біоплато утворюються численні аеробно-анаеробні зони. Розчинні органічні препарати видаляються в процесі адсорбції, поглинання і роботи мікроорганізмів. Встановлено, що при відносно низьких концентраціях забруднювачів стічних вод, ефективність видалення по БСК₅ оформляє 85 ... 95%, по ХСК – більше, ніж 80%. БСК₅ на виході оформляє 10 мг/л. Експлуатація споруд в ареалах з

невисокими температурами призводить до зниження продуктивності чистки до 50%. При повному дотриманні відповідних технологічних характеристик в біоплато трапляється абсолютна мінералізація більшості органічних забруднень.

У біоплато азот включається в біотичний кругообіг в системі "повітря→вода→рослини→грунт". Азот частково видаляється із споруд методом поглинання водних рослинами, як важливий для їх біогенна речовина. В результаті цього процесу з води видаляється лише 8 - 16% азоту, власне що дозволяє зробити висновок, які головні процеси, пов'язані з видаленням з біоплато сполук азоту, відбуваються в результаті мінералізації азотовмісних органічних сполук нітрифікуючими і денітрифікуючими мікробами.

Нітрифікація виконується під дією аеробних мікробів (нітробактерій і азотобактерій), іони амонію окислюються до нітритів, а слідом за тим до нітратів. Під дією денітрифікуючих бактерією трапляється процес відновлення, в результаті чого з'являється N_2 , який витісняється з системи в атмосферу. У порівнянні з класичними технологіями біологічної очистки, коли процеси денітрифікації загальмовані, біоплато більше дієво видаляє азот водних об'єктів. Лімітуючою стадією вважається процес нітрифікації. При високому вмісті органічних речовин (по ХВК і БВК) повітря застосовується на їх окислення, внаслідок чого процеси нітрифікації не відбуваються часто в повному розмірі. В даному випадку гарний підсумок має можливість бути отриманий при додаткової аерації. Помічено, власне що процеси денітрифікації відбуваються краще при невисоких показниках БВК.

Видалення фосфору в біоплато виконується в результаті загальних біо і фізико-хімічних процесів. Фосфор поглинається і поглинається рослинами, а слідом за тим частково за рахунок видалення рослин виводиться з системи біоплато. Цим методом видаляється незначна частка фосфору, а інша частка накопичується в основі. Інтенсифікувати цей процес можливо шляхом зміни окисно-відновного потенціалу в спорудах в залежності від типу біоплато.

Головним ходом видалення фосфору в біоплато вважається співосадження, власне що збільшує роль рН. Підсумки дослідження показують, власне що до 87% фосфору видаляються зі стічних вод осадженням і адсорбцією в біоплато. Помічено,

що фосфор містить з'єднання, які досить просто абсорбуються і осідають в ґрунті з алюмінієм і залізом в нейтральному і кислому середовищі, а з кальцієм в лужному середовищі. Як правило є, що іони ортофосфата адсорбуються на площині алюмінію і заліза за рахунок процесів комплексоутворення. Вивчивши пропорції між Mg, Ca, Fe, Al і P в процесі адсорбції зарекомендував себе Ca містить величезну дієздатність до адсорбції.

Дослідженнями встановлено, що для біоплато вертикального типу 22,8% за рахунок адсорбції фосфора видаляється за рахунок фільтрації, 50...65% за рахунок – осадження і асиміляції мікробами, і лише тільки 1% ... 3% поглинання рослинами.

Аналіз розміщених даних [67] дозволяє резюмувати, що основна маса фосфору, що міститься в стічній воді, адсорбується на поверхні ґрунту, при цьому процес має зворотній характер, бо з періодом трапляється десорбція фосфору. За припущенням гранична місткість поглинання фосфору в біоплато як правило не вище 1г/м^2 .

3.2.3. Використання рослин в біоплато

При чищенні водойм найчастіше використовують ці види найвищих водних рослин (ВВР), як рогіз вузьколистий і широколистий, очерет озерний, очерет, рдест кучерявий і гребінчатий, аква гіацинт (ейхорнія), спіроделла багатокорінна, елодея, сусак, стрілолист звичайний, ірис, півники жовтуватий, гречка земноводна, уруть, резуха морська, хара та інші.

Але проаналізувавши останні джерела інформації [68-70] можна відокремити, що мати високий рівень накопичування можуть не тільки ВВР, але й звичайні наземні рослини, які в цих умовах мають здатність до акумуляції токсичних речовин. Серед звичайних рослин ефективно використовувати рослини – овес, ячмінь і кукурудзу [71].

Опираючись на данні експерименту [72] визначено, що найкращим субстратом, який має найбільшу плавучість та більш раціонального застосування у використанні заслуговує гранульований пінопласт.

3.3 Висновки до розділу

На даний момент існує велика кількість способів боротьби з надмірним розповсюдженням водоростей. Вони будуть застосовуватися в залежності від місця знаходження водоростей, кількості. Взагалі очистка води вона має комплексну ступінь очистки де застосовується один метод з іншими або різні варіації одного даного методу.

Біологічний спосіб очистки стічних вод від біогенних елементів є найкращим вирішенням у зменшення евтрофікаційного потенціалу, бо відбувається зменшення сполук фосфору і зоту на 70-90 35-50%. Використання біоплато допомагає гарно очищати водойми від синьо-зелених водоростей і інших хімічних елементів за рахунок поглинання фосфору.

Серед найкращий рослин, можна виділити: овес, ячмінь та кукурудзу, а субстратом – гранульований пінопласт.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори моніторингу синьо-зелених водоростей, за допомогою БПЛА

Аерозйомки вже кілька десятиків років вважається ефективним інструментом для виконання геодезичних справ, геофізичних досліджень і проведення всіляких видів моніторингу. В даний момент технології створення топографічних і кадастрових намірів базуються саме на впровадженні матеріалів цифрової аерозйомки. Втім собівартість використання літаків і вертольотів для локального повномасштабного знімання на порядок вище. В наслідок цього іншим висновком вважається впровадження для вищевказаних цілей БПЛА.

Втім, для такого щоб якісно виконати ці завдання, треба поліпшити технологічні схеми використання БПЛА в аерозйомці. Застосовуючи БПЛА для процесу топографічної аерозйомки, потрібно вирішити ряд завдань, надати і використати:

- стабілізацію БПЛА за час проходження його за маршрутом;
- збереження даної швидкості польоту;
- одно лінійного маршруту;
- скорочення кутів нахилу.

В наслідок цього ключовим завданням вважається вивчення підстав появи промахів внаслідок впливу вищевказаних моментів і виявлення шляхів їх знищення.

З цього випливає, що до ГОСТ 12.0.003-74 на працівника у момент проведення моніторингу діють такий ряд фізичних факторів:

- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- мікрокліматичні коливання у виробничих приміщеннях;
- недостатня освітленість робочої зони.

Підвищений рівень шуму на робочому місці. Шум – безладні або випадкові

акустичні коливання, яким властива випадкова зміна частоти та амплітуди .

Рівень шуму на виробничих місцях не повинен бути вищим зазначених рівнів відповідно ДСН 3.3.6.037-99.

При використанні БПЛА рівень шуму може варіюватись при запуску від 60 Дб – 90 + Дб [73]. Рівень буде залежати від моделі БПЛА, конструкції, відстані знаходження безпілотного апарату, інтенсивності використання.

Зони котрі потрапляють до ділянок з високим рівнем звуку, а це не вище 85 Дб. На них повинно бути встановлено знаки небезпеки.

Захист від шуму повинна забезпечуватися використанням засобів і способів колективної оборони, розробкою шумобезпечної техніки, використанням засобів індивідуального захисту.

Доцільно використовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ).

Більш дієві ЗІЗ, як правило, в області високих частот.

Мікрокліматичні коливання у виробничих приміщеннях.

Значний вплив на стан організму працівника, його функціональність впливає мікроклімат (метеорологічні умови) виробничої будівлі, під яким мають на увазі клімат внутрішнього середовища даного приміщення, що орієнтується температурними умовами, відносною вологістю, переміщенням повітря і термічним випромінюванням нагрітих площин в сукупності, які впливають на термічний стан організму людини.

В процесі роботии людина має знаходитися в постійній термічній взаємодії з виробничим середовищем. При звичайних мікрокліматичних умовах в організмі працівника, завдяки терморегуляції, підтримується постійна температура тіла (36,6 °C) [74].

Відповідні мікрокліматичні обставини - це поєднання певних параметрів мікроклімату, котрі при тривалому і періодичному впливі на людину дають змогу забезпечувати збереження нормального теплового стану організму без наявної активізації механізмів терморегуляції. Відповідні умови мікроклімату для незмінних робочих місць встановлюються і мають певні параметри, які повинні дотримуватися. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту і роблять передумову для

найвищого значення працездатності.

Залежно від пори року та категорії робіт параметри мікроклімату коливаються в відповідних межах [75]:

Температура повітря – в теплу пору року – 18 – 25 °С; в холодну пору року – 16 - 24 °С;

Відносна вологість – 40 - 60% незалежно від пори року і категорії робіт;

Швидкість переміщення повітря – в холодну пору року – 0,1 - 0,3 м/с; в теплу пору року – 0,2 - 0,4 м/с.

Допустимі мікрокліматичні обставини – це поєднання параметрів мікроклімату, що при тривалому і періодичному впливі на людину можуть здійснювати зміни термічного стану організму, швидко протікають та нормалізуються і супроводжуються напругою механізмів терморегуляції в межах фізичної звикання. Із за цього не виникає порушень або ж ушкоджень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, зміщення в гіршу сторону здоров'я і зниження працездатності. Допустимі величини мікрокліматичних умов уточнюються в випадках, коли на робочих просторах неможливо гарантувати відповідні величини мікроклімату за технологічними стандартами виготовлення, технічної недосяжності та економічної обґрунтованої недоцільності.

Залежно від пори року і категорії робіт параметри мікроклімату змінюються в межах [4]:

Відносна вологість - коливається в межах 55 - 75%;

Швидкість переміщення повітря – 0,1 - 0,6 м/с встановлюється як для незмінних так наприклад і для непостійних робочих просторів.

На незмінних робочих просторах: температура повітря – в прохолодний етап 19 - 25 °С, в теплий етап року – 26 - 28 °С;

На непостійних робочих просторах: жар повітря – в прохолодний етап року – 20 - 26 °С, в теплий етап року – допускається 28 - 30 °С.

Гігієнічне нормування параметрів мікроклімату та заходи захисту від перегрівання чи охолодження передбачено ДСН 3.3.6.-042-99 [76].

Недостатня освітленість робочої зони. Моментом, який визначає сприятливі

обставини праці, вважається раціональне освітлення робочої зони і робочих просторів. Коли вірно підібрано і розраховане освітлення виробничих приміщень, очі працюючого в напрямок довгострокового часу мають здатність відмінно відрізняти предмети і знаряддя праці. Ці обставини освітлення сприяють зниженню виробничого травматизму і професійних захворювань очей [77].

Погане освітлення виробничої зони має можливість привести до посилення негативних тенденцій якості вироблених справ, наприклад, мають всі шанси залишитися непоміченими розриви, які з'явилися в результаті роботи, потертості, витік пального і мастил, механічні домішки в паливі та інше, що, в свою чергу, призводить до зниження захищеності праці. Погане освітлення виробничих ділянок має можливістю стати причиною безлічі тяжких і смертельних випадків, одним з них може стати, наїзд самохідних засобів механізації, що пересуваються.

Натуральне освітлення містить величезний гігієнічний сенс, який виявляється в значному тонізуючому впливу на організм людини в результаті такого, власне що організм людини мільйони років пристосовувався до цього освітлення. Довготривале недоступність натурального (сонячного) світла гнітюче функціонує на психіку людини. Санітарні норми передбачають невід'ємне конкретне натуральне освітлення виробничих, адміністративних, підсобних і домашніх приміщень [78].

Натуральне освітлення не застосовується у виняткових випадках (використовується електронне штучного походження освітлення), наприклад, в приміщеннях, де обслуговуючий персонал розташовується короткостроково і де ведуться дослідження за виробничим ходом: в складах, які розміщуються в підвалах і ін [79].

Погане освітлення робочих просторів вважається однією з підстав невисокої продуктивності праці. При недостатньому освітленні очі працюючого постійно напружені, при цьому непросто відрізнити оброблювані предмети, занижується темп роботи, погіршується загальне положення організму людини.

Стомлюваність очей залежить від інтенсивності процесів, котрі протікають в ньому, – акомодатії, конвергенції, звикання.

Раціональне освітлення слід задовольняти ряд критеріїв. Воно належно бути

9[80]:

- необхідним, щоб очі без напруги мали можливість відрізняти деталі, які розглядаються;
 - розміреним – для цього напруга в електронній мережі не зобов'язана колихатися більше ніж на 4%;
 - розмірено розподіленим на робочих поверхнях, щоб очам не доводилося потрапляти з досить темного простору в світле і навпаки;
 - цим, не викликає сліпучого впливу на око людини, як від самого джерела світла, так і від відображають площин, які опинилися в полі зору робітника. Скорочення відзеркалювання джерел світла досягається шляхом використання світильників;
 - цим, щоб не з'являлися різкі тіні на робочих просторах, в проїздах, проходах. Цього можливо уникнути при вірному розташуванні освітлювальних приладів, прожекторів (на стоянці ПК, пероні та ін.);
 - нешкідливим – не призводити до вибуху, пожежі у виробничих приміщеннях.
- Нормативні показники освітленості зазначено в ДБН В. 2.5-28:2018

4.2. Технічні та організаційні заходи для зменшення рівня впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів моніторингу синьо-зелених водоростей, за допомогою БПЛА

Засоби захисту від підвищеного рівня шуму на робочому місці. Для зменшення впливу на робітників підприємств і установ небезпечних, шкідливих факторів застосовують засоби індивідуального і колективного захисту.

Корпоративні способи оборони поділяються на способи, які знижують шум в джерелі його появи, і способи, які знижують шум на шляху поширення до об'єкта від джерела, який захищається.

Зменшення шуму в джерелі виповнюється за рахунок вдосконалення системи машини або ж конфігурації технологічного процесу. Способи та методи колективної оборони, в залежності від методу реалізації, діляться на архітектурно-

планувальні, будівельно-акустичні і організаційно-технічні та включають в себе:

- зміна напрямку випромінювання шуму;
- раціональне планування виробничих приміщень і підприємств;
- акустичний захист приміщень;
- використання шумоізоляції.

Раціональне планування виробничих приміщень і підприємств дозволяє знизити ступінь шуму в робочих процесах за рахунок нарощування відстані до джерел шуму.

ЗІЗ використовуються, коли іншими методами гарантувати дозволений ступінь шуму на робочому просторі не виходить. Принцип дії ЗІЗ – захистити більш сприйнятливий канал впливу шуму організму людини – вухо. Використання ЗІЗ дозволяє запобігти розладу не тільки лише органів слуху та нервової системи від впливу зайвого подразника [81].

Засоби створення оптимального мікроклімату. До засобів оборони, а ще нормалізації повітряного середовища відносяться вентиляція, кондиціонування та опалення, автоматичний контроль. Повітря зобов'язано надходити і відводитися крізь бактеріальні фільтри, очищаючись від шкідливих речовин. Вентиляція зобов'язана реалізуватися з підтримкою припливно-витяжної системи відповідно до ДБН В.2.5-67: 2013 і ДСН 3.3.6.042-99 [82].

В умовах гарячого клімату в робочих кімнатах і боксах встановлюються кондиціонери.

Засоби захисту та нормалізації світла у виробничих приміщеннях.

Встановлення світлофільтрів, світлозахисних механізмів, засобів персонального захисту очей. Ступінь освітленості робочих площин зобов'язана відповідати гігієнічним нормам для наданого вигляду роботи відповідно до ДБН В.2.5.-28–2006 [83].

4.3. Розрахунок рекомендованого раціонального режиму звукоізоляції в умовах роботи.

Коливальні переміщення всіляких приладів, пристроїв, живих організмів, а ще природного походження породжують хаотичне змішування звуків різної частоти і сили і іменуються шумом. Гуркіт в діапазоні від 16 до 20000 гЦ викликає жваву стомлюваність, головний біль, запаморочення, неврози і серцево-судинні хвороби. Це призводить до виробничих травм, вважається моментом зниження продуктивності праці. Тим більше шкідливі шуми величезний інтенсивності і частоти, а ще безперервні одноманітні звучання такого або ж іншого джерела шуму. З гігієнічної точки зору дозволений ступінь шуму в цьому перерві частот, не містить шкідливого впливу на організм людини [84].

Вимірювання сили та рівня чутності шуму може бути виконано шумоміром. Високочутливий мікрофон шумоміра сприймає шум, а коливання мікрофона трансформуються і реєструються індикатором, шкала якого градуйована в децибелах.

Вимірювання еквівалентних рівнів шуму слід проводити інтегруючими шумомірами та шумоінтеграторами. Допускається використовувати індивідуальні дозиметри шуму з параметром еквівалентності $q = 3$ – число децибел, що додаються до рівня шуму, при зменшенні часу його дії у 2 рази для збереження тієї ж дози шуму [85].

Звичайний шумомір складається із мікрофону, підсилювача, фільтрів (корегувальних, октавних), та приладу, що показує. Звук, що сприймається мікрофоном, перетворюється на електричні коливання, які підсилюються, проходячи крізь корегувальні фільтри і випрямник, а потім реєструється самописним приладом або зі стрілкою [86].

В скупченому розміщенні шумових агрегатів дослідження проводять на відстані 1 м. від агрегату з боку джерела та на височини 1,5 м. від підлоги.

При проведенні вимірювань мікрофон слід розташовувати на висоті 1,5 м над рівнем підлоги чи робочого майданчика (якщо робота виконується стоячи) чи на

висоті і відстані 15 см від вуха людини, на яку діє шум (якщо робота виконується сидячи чи лежачи). Мікрофон повинен бути зорієнтований у напрямку максимального рівня шуму та віддалений не менш ніж на 0,5 м від оператора, який проводить вимірювання. При швидкості руху повітря більш ніж 1 м/с на місці, де проводяться виміри, мікрофон має бути захищений протиповітряним пристроєм.

При проведенні вимірювань октавних рівнів звукового тиску перемикач частотної характеристики пристрою встановлюють в положенні “фільтр”. Октавні рівні звукового тиску вимірюють у смугах з середньгеометричними частотами 31,5 – 8000 Гц.

При проведенні вимірювань рівнів звуку та еквівалентних рівнів звуку, дБА, дБАекв. перемикач частотної характеристики пристрою встановлюють у положенні “А” (за допомогою відповідних фільтрів знижена чутливість на низьких та високих частотах) чи “Аекв” [87].

Заміри відбувались з включеною електротехнікою за основу прирівняння значень нормативних значень брались оператори в залах обробки інформації, оператори комп'ютерного набору за ДСН 3.3.6.037-99 [88], зображено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Рівні шуму на робочому місці

Місце заміру	Рівні звукового тиску в дБ									
	в октавних смугах із середньгеометричними частотами, Гц									Рів. зв., екв. рівні зв., дБА/дБАекв
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Оператори обробки інформації, управління дронами	90	81	72	65	60	57	53	52	50	62

Опираючись на отриманні данні можна сказати, що перевищення по нормам звукоізоляції в центрі обробки інформації і управлінні дронами немає.

4.4. Забезпечення пожежної та вибухової безпеки при моніторингу синьо-зелених водоростей, за допомогою БПЛА

Закон України «Про пожежну безпеку» визначає загальні правові, економічні та соціальні основи забезпечення пожежної безпеки на території України, регулює відносини державних органів, юридичних і фізичних осіб у цій галузі незалежно від виду їх діяльності та форм власності [89].

Вимоги до системи запобігання пожежі можуть бути задоволені в результаті проведення цих подій: максимально можливого використання негорючих, важко горючих матеріалів; лімітування маси і (або) розміру горючих препаратів, матеріалів і більш безпечного методу їх розміщення; ізоляції горючої середовища; підтримки зосередженні горючих газів, парів, суспензій або окислювача в суміші за межами їх запалювання; необхідної зосередженні флегматизатора в повітрі об'єкта, який підлягає обороні (його складової частини) підтримання температури і тиску, при яких поширення вогні неможливо; застосування для горючих препаратів непроникного оснащення і тари; застосування приладів оборони виробничого обладнання з спалимими препаратами від пошкоджень та аварій; встановлення розкриваючих, відтинають і інших пристроїв; впровадження відокремлених відсіків, камер, кабін і що аналогічне [90].

Запити до системи протипожежної оборони задовольняють використання: засобів виявлення пожеж, пожежогасіння і відповідної пожежної техніки; автоматичних установок пожежної сигналізації і пожежогасіння; провідних лад систем об'єктів з регламентованими межами вогнестійкості та поширення вогню; насичення систем об'єктів антипіренами і нанесенням на їх поверхню вогнезахисних фарб (з'єднань) оснащення, яке гарантує лімітування поширення пожежі; організації актуальною евакуації людей; засобів колективного та персональної оборони людей від небезпечних моментів пожеж; систем протидимної оборони [91].

На підприємстві пожежна захищеність гарантується за рахунок пожежної профілактики, заходи щодо попередження можливості виникнення пожежі та організації пожежогасіння, тобто швидкої ліквідації, що з'явилася [92].

Для забезпечення пожежо- та вибухобезпеки враховані профілактичні огляди і плановий серйозний капітальний ремонт технологічного оснащення. Вони зобов'язані реалізуватися в терміни, передбачені планом, технічними умовами, технологічним регламентом.

У разі виявлення симптомів пожежі на підприємстві оголошують пожежну тривогу, включають знак спільну евакуацію. негайно доповідають пожежно-рятувальне загін і начальника або ж відповідну компетентну посадову особу. За здатністю потрібно вжити заходів щодо негайної евакуації людей, гасіння пожежі як первинними засобами пожежогасіння так і профільними та збереження матеріальних цінностей.

Також виконати відключення від енергопостачання оснащення з дотриманням техніки безпеки. Для погасіння пожежі використовують існуючі методи для гасіння пожежі (вогнегасник, пісок, простирадло і т.д.). Метод гасіння пожежі використовується в залежності від причин наприклад і від характеру палаючого об'єкта.

Коли на пожежу прибули пожежно-рятувальний загон зобов'язаний бути забезпечений вільним доступом їх на землю об'єкта, за винятком випадків, коли діяльним законодавством встановлено певний порядок допуску [93].

4.4. Висновки до розділу

Отже, у розділі 4 було проаналізовано шкідливі та небезпечні виробничі фактори, організаційні і технічні заходи для зменшення рівня впливу шкідливих та небезпечних виробничих факторів у пункті збору та обробки інформації БПЛА.

Серед небезпечних та шкідливих факторів виробничого приміщення важливе місце займає рівень шуму, який створюється електронікою і людьми. Для регулювання якості повітря використовують вентиляційне обладнання.

Мною було розраховано рівень шуму. В ході аналізу даних, було виявлено, що шумоізоляція на гарному рівні і немає перевищення не по одному з параметрів.

ВИСНОВКИ

Водні ресурси є одним із основних життєво важливих елементів навколишнього природного середовища. Стан водних ресурсів визначається параметрами викидів стічних вод та забруднюючих речовин від промислових підприємств та пересувних джерел. Не менш важливим є засміченість водних ресурсів синьо-зеленими водоростями.

Встановлено, що активний розвиток синьо-зелених водоростей призводить до озеленіння водойм. В результаті чого у воді буде неприємний запах, зміна кольору водойми, загибель інших живих організмів за рахунок поглинання водоростями важливих компонентів середовища. Одним з головним елементів, який сприяє розповсюдженню є фосфор і усунення його стає, як однією з початкових задач, для активного росту даних водоростей.

Визначено, як можна проводити моніторинг за синьо-зеленими водоростями. Робить це краще з використанням БПЛА, якщо йдеться про великі масштаби водного об'єкти з використанням програми, яка прописана раніше за якою безпілотна установка робить зйомку за рахунок аналізу водної поверхні. Або використання звичайних дронів для невеликих масштабів, наприклад, невеличких озер, річок.

Визначено і проаналізовано методи очистки водойм від синьо-зелених водоростей. Серед великої кількості різних методів, запропоновано один для використання метод “Біоплато”. Саме в ньому я бачу перспективу використання для боротьби з надмірною кількістю водоростей.

СПИСОК БІБЛЮГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Тиньгаев А.В. Утилизация биологических отходов, образующихся при водоотведении в городах и предприятиях на примере Алтайского края. // ЭКиПР, февраль, 2009г. 52-54 с.
2. Баженов В.И., Денисов А.А. Проектирование современных комплексов биологической очистки сточных вод // ЭКиПР, февраль, 2009. 27с.
3. Бузевич І.Ю., Котовська Г.О., Рудик-Леуська Н.Я., Христенко Д.С. Біологія і промисел далеосхідних рослинорідних риб великих водосховищ України: Монографія. – К., 2012. 126 с.
4. Алекин О.А, Семенов А.Д., Скопинцев Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 267 с.
5. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / О. М. Арсан, О. А. Давидов, Т. М. Дьяченко та ін.; За ред. В. Д. Романенка. НАН України. Ін-т гідробіології. К.: ЛОГОС, 2006. 408 с.
6. Щербак В.І. Фітопланктон / Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод. Київ: ЛОГОС, 2006. 12–44 с.
7. Щербак В.И., Семенюк Н.Е, Рудик-Леуская Н.Я. Акваландшафтное и биологическое разнообразие Национального природного парка «Нижнесульский», Украина / Под ред. В.И. Щербака. Киев: Фитосоциоцентр, 2014. 266 с.
8. Вовк П.С. Биология дальневосточных растительоядных рыб и их хозяйственное использование в водоемах Украины / П.С. Вовк – К.: «Наук. думка», 1976. 245 с.
9. OECD. Emerging Risksto Water Supplies: Best Practice for Improved Management and Preparedness to Protect Public Helth. 2005. [Електронний ресурс] – URL: <http://www.oecd.org/sti/biotechnology>.
10. Funari E., Testai E. Human health risk assessment related to cyanotoxins exposure. Critical Reviews in Toxicology. 2008. vol. 38. pp. 97-125.
11. Council Directive 91/271/EEC of May 1991 Concerning Urban Waste Water

URL: http://ec.europa.eu/environment/water/waterurbanwaste/index_en.html.

12. Про законодавчу справу: Закон України від 10.01.2002 року №2918-III. Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення. Київ: Парламентське видавництво, 2002. 33 с.

13. ДСанПіН 2.2.4-171-10 Видання. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Затверджено від 12.05.2010 № 452/17747. Київ. 2010. 25 с.

14. Про законодавчу справу: Закон України від 18.05.2017 №2047-VIII. Про внесення змін до Закону України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення». Київ: Парламентське видавництво, 2017. 48 с.

15. Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами. Затверджені постановою КМУ від 25.03.1999 №465. Чинний від 5.07.1999. Київ: Парламентське видавництво, 1999. 42 с.

16. СанПиН 4630-88. Издание. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. Москва, 1988. 59 с.

17. Минрыбхоз СССР. Издание. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение Москва, 1999. 352 с.

18. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.01.2016 № 94-р «Про визнання такими, що втратили чинність, та такими, що не застосовуються на території України, актів санітарного законодавства». Київ. 2017.

19. Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України. Затверджені наказом Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України 19.02.2002 №37. Чинний від 26.04.2002 р. за N 403/6691.

20. Інструкція про порядок розробки та затвердження гранично допустимих скидів (ГДС) речовин у водні об'єкти із зворотними водами. Затверджена наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища України 15.12.1994,

№ 116. Чинний від 22.12.1994. Київ. 1995. 26 с.

21. Постанова Кабінету Міністрів України від 11.10.1996, №1100. Про Порядок розроблення і затвердження нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин та перелік забруднюючих речовин, скидання яких нормується. Київ. 1996. 26 с.

22. ДСП 173-96. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Затверджені Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 19.06.1996, № 173. Чинні від 24.07.1996, № 379/1404. Київ. 1996. 60 с.

23. Про законодавчу справу. Закон України від 25.06.1991, №1264-XII. Про охорону навколишнього природного середовища. Київ: Парламентське видавництво, 1991. 44 с.

24. ДБН В.2.5-75:2013. Видання. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Київ, 2013. 134 с.

25. ДБН В.2.5-74:2013. Видання. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Київ, 2013. 180 с.

26. Lenntech. Phosphorous removal from wastewater. 2017. [Електронний ресурс] – URL: <https://www.lenntech.com/phosphorous-removal.htm>

27. G. Tchobanoglous, F. L. Burton, H. D. Stensel. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse. 4th edition. Metcalf&Eddy Inc., 2003. 1819 p.

28. Kroiss H. Betrieb von Kläranlagen. Wien: Technische Universität Wien, 2007. Band 202. 626 p.

29. Київводоканал б'є на сполох: протягом травня вміст фосфатів у стічних водах, які надходять на очистку, втричі перевищує граничнодопустиму концентрацію. 2017. [Електронний ресурс] – URL: <http://old.menr.gov.ua/press-center/news/150-news28/2631-kyivvodokanal-b-ie-na-spolokh-protiahom-travnia-vmist-fosfativ-u-stichnykh-vodakh-iakinadkhodiat-na-ochystku-vtrychi-perevyshchuie-hranychnodopustymukontsentratsiiu>.

30. Ягов Г. В. Контроль содержания азота при очистке сточных вод. Водоснабжение и санитарная техника. 2008. №7. С. 45-52

31. Council Directive 91/271/EEC of May 1991 Concerning Urban Waste Water

Treatment, 1991. [Електронний ресурс] – URL: http://ec.europa.eu/environment/water/waterurbanwaste/index_en.html.

32. Степова Н. Г., Кукушка О.М. Аналіз вітчизняних нормативних актів щодо вмісту сполук фосфору у стічних і природних водах та їх вплив на довкілля. Меліорація і водне господарство. 2014. №101. С 105-112.

33. Теплица Эксперт. 2017. [Електронний ресурс] – URL: <http://teplica-exp.ru/tag/osveshhenie/>

34. Sudhakar K., Premalatha M. Theoretical Assessment of Algal Biomass Potential for Carbon Mitigation and Biofuel Production. Iranical Jornal of Energy and Environment. 2012. №3. P. 232–240.

35. Abraham M. Asmare, Berhanu A. Demessie, Ganti S. Murthy. Theoretical Estimation the Potential of Algal Biomass for Biofuel Production and Carbon Sequestration in Ethiopia . International Journal of Renewable Energy Research. 2013. Vol. 3. №3. P. 560–570.

36. Sudhakar K., Rajesh M., Premalatha M. A Mathematical Model to Assess the Potential of Algal Bio-Fuels in India. Energy Sources. 2012. Part A, 34. P. 1114–1120.

37. Giuseppe Torzillo, Benjamin Pushparaj, Jiri Masojidek, Avigad Vonshak. Biological Constraints in Algal Biotechnology. Biotechnology and Bioprocess Engineering. 2003. №8. P. 338–348.

38. Jacovides C. P., Timvios F. S., Papaioannou G., Asimakopoulos D. N., Theofilou C. M. Ratio of PAR to Broadband Solar Radiation Measured in Cyprus. Agricultural and Forest Meteorology. 2004. №121. P. 135–140.

39. Цоглин Л. Н., Пронина Н. А. Биотехнология микроводорослей. Научный мир. Москва. 2012. 182 с.

40. Загірняк М. В., Никифоров В. В., Мальований М. С., Самешова Д., Козловська Т. Ф. Екологічна біотехнологія переробки синьо-зелених водоростей. Монографія. Кременчук. 2017. 104 с.

41. Pooja K. Himabindu V. Mixotrophic Cultivation of Botryococcus Braunii for Biomass and Lipid Yields with Simultaneous CO₂ Sequestration. Journal of Engineering Research and Applications. 2014. Vol. 4, Issue 10 (Part 6). P. 151–156.

42. Chan-Hee Lee, Hyun-Sik Chae, Seung-Hoon Lee, Han Soon Kim. Growth Characteristics and Lipid Content of three Korean Isolates of *Botryococcus Braunii* (Trebouxiophyceae). *Ecology and Environment*. 2015. №38 (1). P. 67–74.
43. Asma J. Yusoff F. M., Srikanth R. M. Growth Rate Assessment of High Lipid Producing Microalga *Botryococcus braunii* in Different Culture Media. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. 2015. №14 (2). P. 436–445.
44. Геоматика в моніторингу довкілля та оцінці загрозливих ситуацій : монографія / [О. Л. Дорожинський та ін.] ; за ред. проф. Олександра Дорожинського ; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2016. 399 с.
45. Дистанційні методи моніторингу довкілля : навч. посіб. / [О. І. Бондар та ін.] ; під ред. д-ра біол. наук, проф. О. І. Бондаря та канд. наук з держ. упр. П. Я. Унгурияна ; Держ. закл. "Держ. екол. акад. післядиплом. освіти та упр.". - Київ : ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. 297 с.
46. Екологічний моніторинг : підруч. / [В. Г. Сліпченко та ін. ; відп. ред. О. О. Гагарін] ; Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т ім. Ігоря Сікорського". - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського : Політехніка, 2018. 303 с.
47. Моніторинг довкілля : підручник / [Боголюбов В. М. та ін.] ; за ред. В. М. Боголюбова і Т. А. Сафранова. - Херсон : Грінь Д. С., 2011. 529 с.
48. Волошин В.И. Экология и космос / В.И. Волошин, В.И. Драновский, Е.И. Бушуев // Космична наука і технологія, 2002. 52–56 с.
49. Чандра А.М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / А.М. Чандра, С.К. Гош. – М.: Техносфера, 2008. 312 с.
50. Толмачева Н.И. Космические методы экологического мониторинга / Н.И. Толмачева, Л.С. Шкляева. – Пермь : Перм. ун-т , 2006. 296 с.
51. Экологический мониторинг нефтегазовой отрасли. Физико-химические и биологические методы / М.Н. Саксонов, А.Д. Абалаков, Л.В. Данько, 2005. 114 с.
52. Дистанційне зондування Землі інформаційні технології збирання, оброблення та використання даних аерокосмічного спостереження Землі. / Під ред. В.І. Волошина та В.М. Корчинського. – Д.: Проспект, 2007. 208 с.

53. Droeschel D. Omnidirectional perception for lightweight UAVs using acontinuously rotating 3D laser scanner / Droeschel D., Schreiber M., Behnke S. // The international archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences. UAV-g2013. Rostock. – 2013. – P. 107–112.

54. Станкевич С.А. Застосування сучасних технологій аерокосмічного знімання в аграрній сфері / Станкевич С.А., Васько А.В. // Наукові аспекти геодезії, землеустрою та інформаційних технологій: матеріали наук.-практ. Конфер, 2011. 44 с.

55. EuroMinelar Ukraine. [Електронний ресурс] – Url: <https://euromineral.com.ua/portfolio-items/sposoby-ochistki-vody>

56. Аргументы и факты. Методы очистки воды. [Електронний ресурс] – Url: <https://aif.ru/boostbook/metody-i-sposoby-ochistki-vody.html>

57. Filter water. [Електронний ресурс] – Url: <https://filter-water.by/faq/osnovnye-sposoby-ochistki-vody>

58. Enge Ghh. [Електронний ресурс] – Url: https://oil-filters.ru/water_cleaning_methods/

59. Как сделать биоплато в пруду. [Електронний ресурс] – Url: <https://fermer.blog/bok/blagoustroystvo/iskusstvennye-vodoemy/prudy/uhod-za-prudom/ochistka-pruda/16411-bioplato-dlja-pruda.html>

60. Кравець В.В., Остапенко Н.В. Використання біологічних ставків з вищими водяними рослинами в практиці очищення стічних вод // Інформаційний бюлетень Держбуду. – Київ, 2002. 38 с.

61. Стольберг В.Ф., Ладыженский В.Н., Спирин А.И. Биоплато – эффективная малозатратная экотехнология очистки сточных вод // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності, 2003. 32-34 с.

62. Что такое биофильтрация? [Електронний ресурс] – Url: <https://www.archi-flora.com/ponds/bioplato-dlja-pruda/>

63. Биоплато для очистки сточных вод. [Електронний ресурс] – Url: https://www.promstok.com/articles/ochistnye-sooruzheniya/bioplato_dlya_ochistki_stochnykh_vod_i_ikh_klassifikatsiya/

64. Matvyeyeva O.L., Bovsunovsky E.O., Lapan O.V., Ryabchevsky O.V. Complex usage of clay used materials. Visnyk NAU. 2016. № 1(66). С. 40-44.

65. Михеев А.Н., Лапань О.В., Маджд С.М., Пчеловская С.А. Новый способ конструирования биоплато для очистки водоемов от радионуклидов. Современные тенденции развития науки и технологий: материалы VIII Международной научнопрактической конференцией (г. Белгород, 30 ноября 2015). Белгород, 2015. 107-113 с.

66. Личманенко О.Г., Лапань О.В. Утилізація сорбенту після очищення стічних вод. Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів м. Київ, 16-18 квітня 2013 р. К.: НАУ, 2013. 26 с.

67. Окснюк О. П., Олейник Г.Н. Биоплато и его применение на каналах // Гидротехника и мелиорация, 1990. 70 с.

68. Маджд С.М. Удосконалення технологічної схеми очищення зворотних вод авіапідприємств / С.М. Маджд // Проблеми водовідведення та гідравліки : наук.-техн. зб. – К.: КНУБА, 2013. 112 с.

69. Міхеев О.М., Лапань О.В. Очистка водних об'єктів від важких металів за допомогою гідрофітної споруди типу біоплато. Біотехнологія ХХІ століття: матеріали XII Всеукр. наук. – практ. конф., присвяч. 100-річчю з дня народження Артура Корнберга (20 квітня 2018). Київ, 2018. 114 с.

70. Лапань О.В., Міхеев О.М. Біоплато для очищення водних об'єктів від важких металів. Доповіді Нац. Академії наук України, 2019. 81 с.

71. Міхеев О.М., Мадж. С.М., Лапань О.В. Новый способ конструирования плавающих биоплато для фитодезактивации стічних вод підприємств цивільної авіації. Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal) Biologi, 2016. 4 с.

72. Міхеев О.М., Лапань О.В. Біоплато для очищення водних об'єктів від радіонуклідів. 7-й з'їзд Радіобіологічного товариства України: тези доповідей (1-4 жовтня 2019). Київ, 2019. С. 94.

73. Третьякова Л.Д. Засоби індивідуального захисту: виготовлення та застосування / Литвиненко Г.Є., Третьякова Л.Д. – К.: Лібра, 2008. – 317 с

74. ДБН В.2.5–56:2010. Державні будівельні норми. Системи протипожежного захисту
75. Третяков О.В. Охорона праці / О.В. Третяков, В.В. Зацарний, В.Л. Безсонний // Харків, УЦЗУ, 2009. – 436 с
76. НПАОП 40.1–1.32–01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок.
77. НПАОП 40.1–1.07–01 «Правила експлуатації електрозахисних»
78. Третяков О.В. Охорона праці / О.В. Третяков, В.В. Зацарний, В.Л. Безсонний // Харків, УЦЗУ, 2009. – 436 с.
79. НПАОП 40.1–1.07–01 “Правила експлуатації електрозахисних засобів”
80. НПАОП 0.00–1.28–10 Правила охорони праці під час експлуатації електронно–обчислювальних машин/ Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 19 квітня 2010 р. за N 293/17588
81. Правила улаштування електроустановок. ПУЕ.– Харків.: Форт – 2011 – 728 с.
82. НАПБ Б.03.002–2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною
83. НАПБ Б.03.002–2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою»
84. Охорона праці (лісопаркове господарство) : навч. посіб. / І. А. Березовецька, І. О. Трунова, А. П. Березовецький, І. П. Пістун. – Л. : Ліга-Прес, 2012. 496 с.
85. Измеров Н.Ф., Кириллов В.Ф. - ред. Гигиена труда. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010. 592 с.
86. Охорона праці (лісопаркове господарство) : навч. посіб. / І. А. Березовецька, І. О. Трунова, А. П. Березовецький, І. П. Пістун. – Л. : Ліга-Прес, 2012. 496 с.
87. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці [Текст]: підруч. / В. Ц. Жидецький. — 3-тє вид., перероб. і доп. — Львів : Укр. акад. друкарства, 2006. 336 с.
88. Охорона праці : Навч. посіб. / Я. І. Бедрій, Є. О. Геврик, І. Я. Кіт, О. С.

Мурін, В. М. Єнкало; ред.: Є. О. Геврик; Укр. держ. лісотехн. ун-т. - Л., 2000. 280 с.

89. Пожежна безпека. [Електронний ресурс] – Url: <https://profiteh.ua/pozhezhna-bezpeka-na-pidpriemstvi-pravyla-ta-orhanizatsiia/>

90. ДБН В.1.1.7–2002. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва.

91. Вогнегасники. [Електронний ресурс] –
Url: <https://oppb.com.ua/news/vuglekyslotni-vognegasnyky-plyusy-ta-minusy>

92. Охорона праці та пожежна безпека. [Електронний ресурс] –
Url: <https://ohrana-truda.kiev.ua/ua/lekciya-ohorona-praci-ta-pozhezhna-bezpeka-v-ukrayini/>

93. Пожежна безпека в Україні. [Електронний ресурс] –
Url: <https://www.sop.com.ua/article/1013-pojejna-bezpeka>